

Министерство образования и науки Украины
Харьковская национальная академия городского хозяйства

**А.М. Касимов, В.Т. Семенов,
Н.Г. Щербань, В.В. Мясоедов**

Современные проблемы и решения в системе управления опасными отходами

Харьков – ХНАГХ – 2008

УДК 658.567:66.040

Современные проблемы и решения в системе управления опасными отходами. Авторы: Касимов А.М., Семенов В.Т., Щербань Н.Г., Мясоедов В.В. – Харьков: ХНАГХ, 2008. – 510 с.

Гриф выдан Министерством образования и науки Украины, решение №1.4/18-Г-9/3 от 25.09.2007 г.

Рецензенты:

А.Г. Романовский – д.п.н., проф., к.т.н., проректор Харьковского национального технического университета «ХПИ»,

В.Р. Лозаннский – д.т.н., проф., академик УЭАН, зав. лаб. правового и нормативного обеспечения экологической безопасности Украинского НИИ экологических проблем,

А.К. Кузин – д.г.н., проф., зам. директора по НИР Украинского НИИ экологических проблем.

Рассмотрены актуальные проблемы управления образованием, накоплением, переработкой и захоронением опасных промышленных и твердых бытовых отходов. Проанализированы передовой опыт развитых стран, а также отечественные разработки в области их сбора, транспортировки, переработки, утилизации и обезвреживания.

Особенностью настоящего издания является комплексный подход к решению актуальных проблем утилизации ценных компонентов из отходов производства и жизнедеятельности населения, их эколого-экономически целесообразной утилизации, захоронения и обезвреживания.

Предназначено для студентов высших учебных заведений по специальности «Экология и охрана окружающей природной среды», «Экология», «Экологическая безопасность», «Безопасность жизнедеятельности», «Промышленная экология», а также для специалистов – экологов, работников предприятий, научно-исследовательских и проектных институтов и организаций, работников жилищно-коммунального хозяйства, специализированных властных структур,

ISBN 966-695-109-6

© А.М. Касимов, В.Т. Семенов,
Н.Г. Щербань, В.В. Мясоедов, ХНАГХ, 2008

СОДЕРЖАНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	7
ГЛОССАРИЙ	10
ВВЕДЕНИЕ	31
РАЗДЕЛ 1. Устойчивое развитие общества и проблемы ресурсосбережения	32
1.1. Управление отходами производства и потребления	32
1.2. Системы управления отходами в мировой практике	49
1.3. Государственный учет отходов. Организационно- экономические принципы и основные направления утилизации отходов	59
Литература к разделу 1	80
РАЗДЕЛ 2. Особо опасные отходы.....	83
2.1. Оценка опасности и токсичности. Современные методы аналитического контроля и идентификации отходов, их классификация. Перспективные процессы переработки, хранения, обезвреживания и захоронения.	83
2.2. Нормирование качества ОПС. Классификация нормативов качества ОПС и принципы их определения	90
Литература к разделу 2	157
Дополнительная литература.....	161
РАЗДЕЛ 3. Токсичные и радиоактивные отходы. Образование и методы обращения. Перспективные технологии переработки, хранения, обезвреживания и уничтожения.....	162
3.1. Токсичные отходы.....	162
Литература к подразделу 3.1	184
3.2. Радиоактивные отходы. Нормирование в области радиационной безопасности. Основные понятия и определения.	186
Литература к подразделу 3.2	218

РАЗДЕЛ 4. Горнодобывающий комплекс. Образование, переработка, утилизация и складирование отходов	219
Литература к разделу 4	247
РАЗДЕЛ 5. Промышленная энергетика. Перспективные технологии переработки, утилизации и обезвреживания отходов	250
Литература к разделу 5	280
РАЗДЕЛ 6. Черная и цветная металлургия. Перспективные технологии переработки, утилизации, обезвреживания и складирования отходов.....	282
6.1. Крупнотоннажные отходы черной металлургии. Перспективные процессы переработки и утилизации	282
6.2. Крупнотоннажные отходы цветной металлургии	339
Литература к разделу 6	360
РАЗДЕЛ 7. Отходы химической промышленности. Перспективные процессы переработки и утилизации....	362
7.1. Отходы производства минеральных удобрений	362
7.2. Отходы нефтехимической и газовой промышленности.....	377
7.3. Шламы целлюлозно-бумажных комбинатов и коммунального хозяйства	384
Литература к разделу 7	389
РАЗДЕЛ 8. Отходы предприятий машиностроительного комплекса. Перспективные процессы переработки, утилизации и обезвреживания отходов	391
8.1. Отходы гальванических производств	391
8.2. Переработка изделий военной техники	401
8.3. Переработка автомобильного лома	404
Литература к разделу 8	412
РАЗДЕЛ 9. Методы определения эколого-экономического и социального ущерба окружающей природной среде, пути его предотвращения, компенсации и ликвидации .	413
9.1. Организационно-экономические принципы и основные направления утилизации отходов	413
Литература к разделу 9	439
Дополнительная литература.....	441

РАЗДЕЛ 10. Эколого-аналитические и санитарно-гигиенические методы изучения опасных отходов, их пригодности к утилизации и влияние на ОПС	443
10.1. Оценка опасности и токсичности отходов. Современные методы аналитического контроля и идентификации отходов, их классификация.....	443
Литература к подразделу 10.1	446
10.2. Расчетные и экспериментальные методы определения классов опасности и токсичности отходов	447
Литература к подразделу 10.2	452
10.3. Медико-экологические и социальные аспекты в системах управления отходами	453
Литература к подразделу 10.3	461
10.4. Экологическая и санитарно-эпидемиологическая экспертиза проектов. Экологический аудит ОпО. Эколого-гигиенические мероприятия по охране ПС от влияния ОпО на основе использования методологии оценки риска для здоровья человека ...	463
Литература к подразделу 10.4	474
10.5. Эколого-гигиенические мероприятия по охране ОПС и здоровья населения от влияния опасных отходов на основе использования методологии оценки риска для здоровья человека.....	476
Литература к подразделу 10.5	491
 РАЗДЕЛ 11. Стратегические проблемы обращения с опасными отходами в государстве, регионах и городах Украины. Программы, перспективы, передовой опыт	493
11.1. Программы, перспективы, передовой опыт.....	493
11.2. Концептуальные подходы к разработке программы управления отходами в бассейне р. Северский Донец	496
Литература к разделу 11	509

«Все ресурсы используйте с максимальной эффективностью. Чем более высокий уровень благосостояния людей можно обеспечить при меньшем потреблении, тем выше качество жизни, возможное без выхода за пределы».

Д.Х. Медоуз, Д.Л. Медоуз, Й. Рандерс.

«Первым решающим шагом в создании здоровой экономики должна стать переориентация производства на «здоровое потребление».

Э. Фромм.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АСУ	- автоматическая система управления
АЭС	- атомная электростанция
ВВП	- валовый внутренний продукт
ВМР	- вторичные минеральные ресурсы
ВС	- Верховный Совет
ВХО	- высокотоксичные химические отходы
ГИС	- геоинформационная система
ГАК	- государственная акционерная компания
ГОСТ	- государственный общесоюзный (общероссийский) стандарт
грн	- гривна
ГРЭС	- государственная районная электрическая станция
ГХ – МС	- газо-хроматографически-масс-спектрометрическое (исследование)
ДК 005-96	- государственный классификатор отходов
ДонНТУ	- Донецкий национальный технический университет
EMAS (ЕС 1836/93)	- Европейское Постановление по экологическому управлению и аудиту
ЕС	- Европейское Сообщество (Союз)
ЕЭС	- Европейское Экономическое Сообщество
ЖРО	- жидкие радиоактивные отходы
ЗТМК	- Запорожский титано-магниевый комбинат
кВт-ч	- киловатт-час
КИПиА	- контрольно-измерительные приборы и автоматика
ККЦ	- кислородно-конвертерный цех
КМУ	- Кабинет Министров Украины
КН	- кислотонакопитель
КПД	- коэффициент полезного действия
Макс.	- максимум
Масс.	- массовый (по массе)
Ме-	- металл
Мин.	- минимум
ММК	- Мариупольский металлургический комбинат
МУО	- места удаления отходов
НОО	- нормативы образования отходов

НЛМК	- Новолипецкий металлургический комбинат
НТУ «ХПИ»	- Национальный Технический Университет «Харьковский политехнический институт»
ОБУВ	- ориентировочно безопасный уровень воздействия
ОВОС	- оценка воздействия хозяйственной деятельности на окружающую природную среду
ОпО	- особо опасные отходы
ОПС	- окружающая природная среда
ОПУО	- объекты переработки и утилизации отходов
ОСВ	- осадок сточных вод
ОЭСР	- Организация экономического сотрудничества и развития
ПАВ	- поверхностно-активные вещества
ПДК	- предельно допустимая концентрация
ПДК _{м.р}	- предельно допустимая концентрация максимально разовая
ПДК _{с.с.}	- предельно допустимая концентрация среднесуточная
ПДС	- предельно допустимый сброс
ПДУ	- предельно допустимый уровень
ПЗРО	- пункт захоронения радиоактивных отходов
ПКИ	- проектно-конструкторский институт
ПО	- промышленные отходы
ПС	- промышленные стоки
ПСОД	- пункт сбора (захоронения) отходов дезактивации территорий вне зоны отчуждения ЧАЭС.
РАО	- радиоактивные отходы
руб.	- рубль Российской Федерации
РФ	- Российская Федерация
СанПиН	- санитарные правила и нормы
СВНЦ НАНУ	- Северо-Восточный Научный центр Национальной Академии Наук Украины
СВЧ	- сверхвысокочастотная (установка)
СЗЗ	- санитарно-защитная зона
СК	- спецкомбинат
СНГ	- Содружество Независимых Государств
СНиП	- строительные нормы и правила
СОЖ	- смазочно-охлаждающие жидкости
СОЗ	- стойкие органические загрязнители
СПАВ	- синтетические поверхностно-активные вещества

ССС	- сухие строительные смеси
СССР	- Союз Советских Социалистических Республик
ст.	- статья (Закона)
СУПО	- системы управления промышленными отходами на уровне предприятия
сут	- сутки
СЭС	- санитарно-эпидемиологическая станция
т	- тонна
ТМ	- тяжелые металлы
ТО	- токсичные отходы
ТОВ	- технический оксид ванадия
ТРО	- твердые радиоактивные отходы
т.у.т.	- тонна условного топлива
ТЭК	- топливно-энергетические комплексы
ТЭО	- технико-экономическое обоснование
ТЭР	- топливно-энергетические ресурсы
ТЭС	- теплоэлектростанция
ТЭЦ	- теплоэлектроцентраль
УкрНИИЭП	- Украинский НИИ экологических проблем
ФГ	- фосфогипс
ФРИР	- фильтр рукавный с импульсной регенерацией
ХНАГХ	- Харьковская национальная академия городского хозяйства
ХНМУ	- Харьковский национальный медицинский университет
ХОЦЗ	- Харьковский опытный цементный завод
ЦПЗ «Вектор»	- Центр переработки и захоронения отходов, сооружаемый в Чернобыльской зоне отчуждения
ЕРА	- Агентство по охране окружающей среды (США)
ppm	- единица концентрации, частей на миллион (part per million)
LCA	- анализ жизненного цикла
LD50	- летальная доза (50%)

ГЛОССАРИЙ

А

Авария (катастрофа) – отклонение от обычно допустимых эксплуатационных условий деятельности, которое вызывает или может быть причиной негативного воздействия на окружающую природную среду.

Агломерация – агрегирование, окускование мелкодисперсных сыпучих сырьевых материалов при повышенных температурах.

Аномалия геохимическая – измененное по сравнению с окружающей местностью содержание химических элементов в почве, грунтах и т.п. Возникновение **А.** характерно для промышленно развитых регионов.

Аэрация почвы – газообмен почвенного воздуха с атмосферным. Хорошая **А.п.** необходима для успешного роста и развития растений и является одним из показателей почвенного плодородия. Биологические процессы в почве связанные с расходом кислорода почвенного воздуха. Во время **А.п.** происходит обогащение почвенного воздуха кислородом, а приземного надпочвенного слоя воздуха – углекислотой.

Аэрозоли (от аэро и золи) – дисперсные системы, состоящие из жидких или твердых частиц, находящихся во взвешенном состоянии в газовой среде (обычно воздухе). К аэрозолям относятся, например, дымы, туманы, пыли, смог. В виде **А.** сжигают жидкое и порошкообразное топливо, нанося лакокрасочные покрытия, используют ядохимикаты.

Б

Безопасность экологическая – совокупность состояний, процессов и действий, обеспечивающая экологический баланс в окружающей среде и не приводящая к жизненно важным ущербам (или угрозам таких ущербов), наносимым природной среде и человеку.

Биологическое загрязнение почвы – составная часть органического загрязнения, обусловленного диссеминацией возбудителей инфекционных и инвазионных болезней, а также вредными насекомыми и клещами, переносчиками возбудителей болезней человека, животных и растений.

Биосфера – от био- и сфера – область активной жизни, охватывающая нижнюю часть атмосферы, гидросферу и верхнюю часть литосферы. В **Б.** живые организмы и среда их обитания органически связаны и взаимодействуют друг с другом, образуя целостную динамическую систему. Термин «биосфера» введен в 1875 г. Э. Зюссом.

Буферная способность почвы – способность почвы поддерживать химическое состояние на неизменном уровне при воздействии на почву потока химического вещества.

В

Вещество вредное – вещество, которое при контакте с организмом человека может вызвать профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами, как в процессе воздействия вещества, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Вещества или отходы, способные самовозгораться – вещества или отходы, которые способны самовозгораться при нормальных условиях перевозки или нагреваться при соприкосновении с воздухом, а затем способны самовозгораться.

Вещества или отходы, выделяющие огнеопасные газы при взаимодействии с водой – вещества или отходы, которые при взаимодействии с водой способны стать самовозгорающимися или выделять легковоспламеняющиеся газы в опасных количествах.

Вещества экзогенные – вещества, образующиеся вне организма (чуждые живому организму).

Вещества эндогенные – вещества, образующиеся в организме.

Вид отходов – совокупность отходов, которые имеют общие признаки в соответствии с системой классификации отходов.

Взрывчатые отходы – взрывчатые вещества или отходы – это твердые или жидкие вещества или отходы (либо смесь веществ или отходов), которые сами по себе способны в определенных иницирующих условиях к химической реакции с выделением газов такой температуры и давления и с такой скоростью, что вызывают повреждение окружающих предметов.

Воздействие экологически вредное – воздействие объекта хозяйственной и иной деятельности, приводящее к значительным, как правило, необратимым изменениям в природной среде и оказывающее негативное воздействие на человека.

Воздух – смесь газов, главным образом кислорода и азота, из которых состоит атмосфера, т.е. газообразная оболочка, окружающая земной шар.

Воспроизводство природных ресурсов – естественный (регулируемый или нерегулируемый) и искусственный процесс приращения запасов природных ресурсов, восстановление качественных их характеристик. Включает также виды, как рекультивация и мелиорация земель, агротехнические меры по улучшению почв, лесовосстановительные работы, биотехнические мероприятия по

сохранению и воспроизводству диких зверей и птиц, охрана водных ресурсов.

Вред природной среде – негативные изменения и последствия снижения качества природных ресурсов и среды обитания человека, биологического разнообразия и биопродуктивности природных компонентов, в конечном итоге – снижение эколого-ресурсного потенциала территорий. Понятие «вред» включает прямой и косвенный ущерб, а также убыток.

Выброс предельно допустимый (ПДВ) – выброс загрязняющих веществ в атмосферу, при котором обеспечивается соблюдение гигиенических нормативов в воздухе населенных мест при наиболее неблагоприятных для рассеивания условиях. Измеряется в мг/сут.

Г

Гигиенический норматив – установленное исследованиями допустимое максимальное или минимальное количественное и (или) качественное значение показателя, характеризующего тот или иной фактор среды обитания с позиций его безопасности и (или) безвредности для человека.

Государственные санитарно-эпидемиологические правила и нормативы (санитарные правила) – нормативные правовые акты, устанавливающие санитарно-эпидемиологические требования (в том числе критерии безопасности и (или) безвредности факторов среды обитания для человека, гигиенические и иные нормативы), несоблюдение которых создает угрозу жизни или здоровью человека, а также угрозу возникновения и распространения заболеваний.

Д

Движение за охрану окружающей среды – Environmentalism от англ. Environment – окружающая среда организованное движение обеспокоенных граждан и государственных органов:- направленное на защиту и улучшение среды обитания; видящее назначение социальной системы в том, чтобы обеспечивать оптимальное функционирование экосистемы и предотвращать нарушения экологических процессов.

Деградация почвы – постепенное ухудшение почв, утрата ими плодородия. Вильямс показал, что **Д.п.** – природный процесс аэробного разрушения органического вещества почвы и ее структуры под влиянием условий сухой степи. **Д.п.** может быть следствием наблюдения в природе перехода одной стадии единого почвообразовательного процесса в другую или вызывается хищническим способом ведения земледелия и уничтожения лесов.

Действие вредных веществ комбинированное – это одновременное или последовательное действие на организм нескольких веществ, при одном и том же пути поступления.

Действие вредных веществ комплексное – это одновременное поступление веществ в организм, но разными путями.

Депонирование отходов – от лат. Depono – отдать на хранение складирование отходов в определенных местах и по определенным правилам.

Доза подпороговая (ППДт) – максимально недействующая доза (МНД) химического вещества, определяется по санитарно-токсикологическому признаку при поступлении в организм химических веществ с водой. Измеряется в мг/кг.

Е

EMAS – это постановление дает компаниям возможность на добровольной основе зарегистрировать имеющуюся у них систему экологического управления. Компании получают право на эмблему EMAS. Стандарт EMAS на системы управления окружающей средой и аудирования будет практически соответствовать стандарту ISO 14000.

З

Загрязнение – привнесение в среду или возникновение в ней новых, обычно нехарактерных для нее физических, химических, информационных или биологических агентов, или превышение в рассматриваемое время естественного среднесного уровня концентрации перечисленных агентов в среде, нередко приводящее к негативным последствиям.

Загрязнение природной среды – англ. Pollution of environment; Contamination – привнесение в среду или возникновение в ней новых (нехарактерных для нее) физических, химических или биологических агентов, или превышение естественного средне многолетнего уровня концентрации тех же агентов в рассматриваемый период. Различают природные и антропогенные загрязнения. Уровень загрязнения среды контролируется нормативами ПДК, ПДВ и т.д.

Защита окружающей среды – англ. Environment protection; Environment conservation – совокупность научных, правовых и технических мероприятий, направленных на рациональное использование, воспроизводство и сохранение природных ресурсов в интересах людей, на обеспечение биологического равновесия в природе.

Заключение государственной экологической экспертизы – документ, подготовленный экспертной комиссией государственной экологической экспертизы, содержащий обоснованные выводы о допустимости воздействия на окружающую природную среду хозяйственной и иной деятельности и о возможности реализации объекта

государственной экологической экспертизы, одобренный квалифицированным большинством списочного состава указанной экспертной комиссии и соответствующий заданию на проведение экологической экспертизы, выдаваемому специально уполномоченным государственным органом в области экологической экспертизы.

Законы об охране природы – законы, правила, технические условия, регулирующие производственную деятельность, добычу и потребление природных ресурсов в интересах охраны окружающей среды.

Засоленные почвы – почвы с повышенным содержанием (более 0,25%) содержанием воднорастворимых минеральных солей, главным образом хлористых и сернокислых солей натрия, кальция, магния, реже – углекислым натрием (сода) и еще реже – азотнокислыми солями натрия и калия. Главными факторами образования засоленных почв служат близко залегающие от поверхности минеральные грунтовые воды.

Захоронение отходов – изоляция отходов в целях исключения возможности их дальнейшего использования, а также предотвращения попадания загрязняющих веществ в окружающую среду.

Зональность почв – закономерная смена почв на земной поверхности. Различают горизонтальную **З.п.**, свойственную равнинным пространствам материков, и вертикальную **З.п.**, или вертикальную поясность почв, характерную для горных стран.

И

Изоляция – от франц. isolation – отделение, разобщение – исключение или затруднение свободного скрещивания между особями одного вида, ведущие к обособлению внутривидовых групп и новых видов.

Инновационная деятельность – деятельность, направленная на использование и коммерциализацию результатов научных исследований и разработок и предопределяющая выпуск на рынок новых конкурентоспособных товаров и услуг.

Ингредиенты – компоненты шихты, смеси сырьевых материалов.

Инфицирующие вещества – вещества или отходы, содержащие живые микроорганизмы или их токсины, которые, как известно, вызывают заболевания у животных или людей.

К

Кадастр экологический – характеристика совокупности особенностей природной среды определенной территории, сопровождающаяся комплексной оценкой их практического значения.

Комплекс природно-территориальный – генетически обусловленное сочетание природных компонентов, образующих систему физико-географических образований различного иерархического ранга.

Компоненты природной среды – составные части экосистем. К ним относятся: воздух, поверхностные и подземные воды, недра, почвы, растительный и животный мир.

Кондиционирование осадка – обработка осадка перед обезвоживанием с целью улучшения его водоотдающих свойств.

Концентрация – от новолатинского concentratio – сосредоточение, скапливание, собирание кого-либо, чего-либо в каком-либо месте.

Концентрация в химии – величина, выражающая относительное количество данного компонента (независимой составной части) в физико-химической системе (смеси, растворе, сплаве).

Концентрация летальная (ЛК50) – концентрация вещества, вызывающая при вдыхании (мши – 2 часа, крысы – 4 часа) гибель 50% животных. Измеряется в мг/л.

Концентрация подпороговая (ППКт) – максимальная недействующая концентрация (МНК) химического вещества, определяется по санитарно-токсикологическому признаку при поступлении в организм химических веществ с водой. Измеряется в мг/л.

Концентрация предельно допустимая (ПДК) – химических соединений во внешней среде – такая концентрация, при воздействии которой на организм человека периодически или в течение всей жизни – прямо или опосредованно через экологические системы, а также через возможный экономический ущерб – не возникает соматических (телесных) или психических заболеваний (в т.ч. скрытых и временно компенсируемых) или изменений состояния здоровья, выходящих за пределы приспособительных физиологических реакций, обнаруживаемых современными методами исследования сразу или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений.

Коррозионные отходы – вещества или отходы, которые путем химического воздействия могут при непосредственном контакте вызвать серьезные повреждения живой ткани или в случае утечки или просыпания могут вызвать повреждения и даже разрушение других предметов.

Котлованы, карьеры, выработанные шахты, штольни, подземные полости, поглощающие колодцы, скважины – полости на поверхности или в толще земли, возникшие в результате хозяйственной деятельности или естественным путем.

Коэффициент накопления – отношение содержания какого-либо радионуклида в организме к содержанию его в окружающей среде.

Ксенобиотики – от греческого xenos – чужой и bios – жизнь – чужеродные для организмов соединения (промышленные загрязнения, пестициды, препараты бытовой химии, лекарственные средства и т.п.). Попадая в окружающую среду в значительных количествах, **К.** могут вызвать гибель организмов, нарушать равновесие природных процессов в биосфере.

Кумуляция – от средневекового латинского *cumulatio*-скопление – накопление в организме и суммирование действия некоторых лекарственных веществ и ядов; **К.** их может привести к отравлению.

Л

Летальная (смертельная) доза – количество яда, приводящее к смерти при отсутствии лечения. В экспериментальной токсикологии используют среднюю летальную дозу LD_{50} или концентрацию LC_{50} , когда в эксперименте погибает 50% подопытных животных. *При абсолютной летальной дозе* LD_{100} и LC_{100} погибает 100% подопытных животных. Понятие токсичности (ядовитости) означает меру несовместимости вещества с жизнью и определяется величиной, обратной LD_{50} и LC_{50} , т.е. $1/LD_{50}$ и $1/LC_{50}$.

Лимит на размещение отходов – предельно допустимое количество отходов конкретного вида, которые разрешается размещать определенным способом на установленный срок в объектах размещения отходов с учетом экологической обстановки на данной территории.

Лимитирующий показатель вредности – признак характеризующийся наименьшей безвредной концентрацией вещества в воде. (ГОСТ 17.1.1.01-77).

Литосфера – от лито- и сфера – внешняя сфера "твердой" Земли, включающая земную кору и часть верхней мантии (субстрат).

М

Материалосберегающие технологии – технологические процессы, позволяющие уменьшать расход материалов, снижать материалоемкость изделий. В принципе существуют только малоотходные материалосберегающие технологии.

Мера сопротивления среды – это разница между биотическим потенциалом и скоростью роста, наблюдаемой в реальных полевых или лабораторных условиях.

Минимальная действующая концентрация или доза (пороговая) ядовитого вещества – это такое его наименьшее количество, которое вызывает явные, но обратимые изменения жизнедеятельности.

Минимальная токсическая доза – это количество яда, вызывающее выраженное отравление с комплексом характерных патологических сдвигов в организме, но без смертельного исхода.

Могильник отходов – сооружение для бессрочного захоронения отходов. (Временные методические рекомендации по проведению инвентаризации мест захоронения и хранения отходов).

Мониторинг – наблюдение за состоянием окружающей среды (атмосферы, гидросферы, почвенного и растительного покрова, а также техногенных систем) с целью ее контроля, прогноза и охраны. Различают

региональный, глобальный и локальный уровни **М. М.** проводится с помощью телевизионных изображений, фото, многоаспектных снимков, а также путем сбора данных с наземных, космических и морских станций.

Н

Несанкционированные места размещения отходов – территории, не предназначенные для размещения отходов.

Нефтепродукты – смеси углеводородов, а также индивидуальные химические соединения, получаемые из нефти и неорганических газов. Используются в качестве топлива, смазочных материалов, электро-изоляционных сред, растворителей.

Ноосфера – от греч. noos-разум и сфера – новое эволюционное состояние биосферы, при котором разумная деятельность человека становится решающим фактором ее развития. Понятие «**Н.**» введено французскими учеными Э. Лерца и П. Тейяром де Шарденом в 1927 г.

Норматив образования отходов – установленное количество отходов конкретного вида при производстве единицы продукции.

Норматив экологический – установленная величина использования природных ресурсов или техногенного воздействия на экосистемы и отдельные ее компоненты, при которой функционально-структурные характеристики экосистем не выходят за пределы естественных изменений.

Нормированное вещество – примесь в воде, для которой установлена предельно допустимая концентрация (ПДК).

О

Обращение с отходами – деятельность, в процессе которой образуются отходы, а также деятельность по сбору, утилизации, обезвреживанию, транспортировке, размещению отходов.

Объект размещения отходов – специально оборудованное сооружение, предназначенное для размещения отходов (полигон, шламохранилище, хвостохранилище, отвал горных пород и др.).

Огнеопасные отходы – термин “огнеопасные” равнозначен термину “легковоспламеняющиеся”. Огнеопасными являются жидкости, смеси жидкостей или жидкости, содержащие твердые вещества в растворе или суспензии (например: краски, политура, лаки и т.п., кроме веществ или отходов, классифицированных иначе в соответствии с их опасными свойствами), которые выделяют огнеопасные пары, при температуре не выше 61°C в закрытом сосуде.

Твердые вещества или твердые отходы, кроме классифицированных как взрывчатые, которые в условиях, встречающихся в процессе транспортировки, способны легко загораться, либо могут вызвать или усилить пожар при трении.

Окисляющие отходы – вещества, сами по себе не обязательно горючие, но которые обычно за счет выделения кислорода, могут вызывать или способствовать воспламенению других материалов.

Окружающая среда – англ. Environment – среда обитания и деятельности человечества; окружающий человека природный и созданный им материальный мир. **О.с.** включает природную среду и искусственную (техногенную) среду. Общественное производство изменяет **О.с.**, воздействуя прямо или косвенно на все ее элементы. **О.с.** – в международных соглашениях – окружающая природная среда.

Опасность вещества – вероятность вредного воздействия вещества в реальных условиях производства и применения.

Опасные отходы – отходы, которые либо содержат вредные вещества, содержащие возбудителей инфекционных болезней или обладающие опасными свойствами: токсичностью, взрывоопасностью, пожароопасностью, высокой реакционной способностью; либо могут представлять непосредственную или потенциальную опасность для окружающей природной среды и здоровья человека самостоятельно или при вступлении в контакт с другими веществами.

Органические пероксиды – органические вещества, содержащие бивалентную группу -О-О-, которые являются термически неустойчивыми веществами и подвержены экзотермическому самоускоряющемуся разложению.

Ориентировочно-безопасный уровень воздействия (ОБУВ) – временный ориентировочный гигиенический норматив, ограничивающий содержание вредных веществ в объектах окружающей среды для обеспечения безопасных условий труда и быта людей.

Отвалы, терриконы, шлакозолоотвалы и т.п. – искусственная насыпь из отвальных грунтов или некондиционных полезных ископаемых, промышленных, бытовых отходов.

Отходы – непригодные для производства определенной продукции виды сырья, его неупотребимые остатки или возникающие в ходе технологических процессов вещества и энергия, не подвергающиеся утилизации в данном технологическом процессе.

Охрана природы – англ. Nature protection; Nature conservation – совокупность международных, государственных и региональных мероприятий, направленных на поддержание природы Земли в состоянии, соответствующем эволюционному уровню современной биосферы и ее живого вещества.

Оценка воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду (оценка воздействия на окружающую среду – ОВОС) – процесс, способствующий принятию экологически ориентированного управленческого решения о реализации намечаемой хозяйственной и иной деятельности посредством определения

возможных неблагоприятных воздействий, оценки экологических последствий, учета общественного мнения, разработки мер по уменьшению и предотвращению воздействий.

Оценка площадки – тщательное исследование территории предприятия для выявления экологического состояния, влияния производства на окружающую среду, "скрытого" загрязнения и другой информации, которая необходима банкам для оценки возможной юридической ответственности, связанной с финансами, а также экологического риска предприятия. Некоторые банки называют такую оценку площадки экологическим аудитом.

II

Паспорт опасных отходов – документ, удостоверяющий принадлежность отходов к отходам соответствующего вида и класса опасности, содержащий сведения об их составе

Паспорт экологический промышленного предприятия – нормативно-технический документ, включающий совокупность данных по использованию ресурсов, готовой продукции и воздействию предприятия на окружающую среду. Экологический паспорт промышленного предприятия используется в целях государственного экологического контроля.

Пестициды – от лат. *pestis* – зараза и *caedo* – убиваю – (ядохимикаты), химические препараты для борьбы с сорняками (гербициды), вредителями (инсектициды, акарициды), болезнями (бактерициды) культурных растений. Большинство **П.** – синтетические органические вещества. При систематических применениях высокотоксичных **П.**, особенно в завышенных дозах, наблюдается загрязнение ими окружающей среды, что приводит к уничтожению полезных насекомых, рыб, птиц, а также к отравлению людей непосредственно **П.** или продуктами, в которых они способны накапливаться. Использование **П.** регламентируется во всех странах.

Подзолистые почвы – тип почвы, сформировавшийся под хвойными и смешанными лесами умеренного пояса на бескарбонатных породах вследствие развития подзолистого процесса. Содержание 1-4% гумуса, малоплодородны.

Показатель вредности миграционный водный (МВ) – характеризует переход химического вещества из пахотного слоя почвы в подземные грунтовые воды и поверхностные водные источники.

Показатель вредности миграционный воздушный (МА) – характеризует переход химического вещества из пахотного слоя почвы в атмосферу.

Показатели санитарного состояния почвы – комплекс санитарно – химических, микробиологических, гельминтологических, энтомологических характеристик почвы.

Полигон по обезвреживанию и захоронению промышленных и бытовых отходов – сооружения для размещения промышленных и бытовых отходов, обустроенные и эксплуатируемые в соответствии с проектами.

Поллютант – от англ. pollution – загрязнение, загрязняющее вещество.

Порог вредного действия (однократного и хронического) – это минимальная концентрация (доза) вещества в объекте окружающей среды, при воздействии которой в организме (при конкретных условиях поступления вещества и стандартной статистической группе биологических объектов) возникают изменения, выходящие за пределы физиологических приспособительных реакций, или скрытая патология

Порог специфического действия (избирательного) – это минимальная концентрация (доза) вещества, вызывающая изменение биологических функций отдельных органов и систем организма, которые выходят за пределы приспособительных физиологических реакций.

Поступление вещества допустимое суточное – приемлемая скорость поступления вещества в организм за сутки, часто в условиях продолжающегося воздействия.

Поступление за неделю допустимое – скорость поступления вещества в организм, процентная за период равный одной неделе, часто в условиях продолжающегося воздействия.

Потребность в кислороде биохимическая (БПК) – количество кислорода, используемого при биохимических процессах окисления органических веществ (не включая процесс нитрификации) за определенное время инкубации пробы (2, 5, 10, 20 сут).

Потребность в кислороде химическая (ХПК) определенная бихроматным методом – количество кислорода, эквивалентное количеству расходуемого окислителя, необходимое для окисления всех восстановителей, содержащихся в воде.

Правило интегрального ресурса – в экологии – положение, согласно которому, конкурирующие в сфере использования определенных природных систем отрасли хозяйства неминуемо наносят ущерб друг другу.

Правовой акт по охране окружающей среды – англ. Law environmental regulation – международное или правительственное решение, решение местных органов государственной власти, ведомственная инструкция и т.п., регулирующие правовые взаимоотношения или устанавливающие ограничения в области охраны ОПС.

Предельно-допустимая концентрация (ПДК) химического вещества в почве представляет собой комплексный показатель безвредного для человека содержания химических веществ в почве, т.к. используемые при ее обосновании критерии отражают возможные пути воздействия загрязнителя на контактирующие среды, биологическую активность почвы и процессы ее самоочищения.

Обоснование **ПДК химических веществ** в почве базируется на основных показателях вредности, устанавливаемых экспериментально: транслокационном, характеризующем переход вещества из почвы в растение, миграционном водном, характеризующем способность перехода вещества из почвы в грунтовые воды и водные источники, миграционном воздушном, характеризующем переход вещества из почвы в атмосферный воздух, и общесанитарном показателе вредности, характеризующем влияние загрязняющего вещества на самоочищающую способность почвы и ее биологическую активность.

При этом каждый из путей воздействия оценивается количественно с обоснованием допустимого уровня содержания вещества по каждому показателю вредности. Наименьший из обоснованных уровней содержания является **ЛИМИТИРУЮЩИМ** и принимается за ПДК.

Предельно допустимый сброс вещества в водный объект (ПДС) – масса вещества в возвратной воде, максимально допустимая к отведению с установленным режимом в данном пункте водного объекта в единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контрольном створе или неухудшения сформировавшегося качества воды, если оно хуже нормативного.

Признак вредности лимитирующий – один из признаков вредности химических загрязнений атмосферного воздуха, воды, почвы, пищевых продуктов, определяющий преимущественно неблагоприятное воздействие и характеризующийся наименьшей величиной эффективной или неэффективной концентрации.

Приоритетный компонент загрязнения почвы – вещество или биологический агент, подлежащий контролю в первую очередь.

Р

Радиоактивное загрязнение биосферы – попадание радионуклидов в живые организмы и среду их обитания (атмосферу, гидросферу, почву), происходит в результате ядерных взрывов, удаления в окружающую среду радиоактивных отходов, разработок радиоактивных руд, при авариях на атомных станциях, научных и военных экспериментах и др.

Радиоактивные отходы – отходы, образующиеся при работах с радиоактивными веществами, с содержанием радиоактивных изотопов с активностью излучений выше норм радиационной безопасности.

Радиоактивные материалы и отходы с удельной активностью ядерных излучений более 70 кБк/кг (2 нКи/г) относят к опасным грузам в соответствии с ГОСТ 19433-88 "Грузы опасные. Классификация и маркировка".

Рекультивация земель – полное или частичное восстановление земель, нарушенных предшествующей хозяйственной деятельностью. Включает выравнивание земель, лесопосадки, создание парков и прудов на месте горных выработок и др.

Реутилизация отходов – от лат.Re – повторно + Utilis – полезный-использование отходов одной отрасли хозяйства в качестве исходного продукта для другой отрасли.

Ритмы биологические (биоритмы) – периодически повторяющиеся изменения интенсивности и характера биологических процессов и явлений. **Б.** в той или иной форме присущи, по-видимому, всем живым организмам и отмечаются на всех уровнях их организации.

С

Самоочищение среды – англ. Environment self-cleaning – совокупность естественных процессов, ведущих к восстановлению качества природной среды или организмов после вредных и неблагоприятных воздействий загрязняющих веществ.

Санитарное состояние почвы – совокупность физико-химических и биологических свойств почвы, определяющих качество и степень ее безопасности в эпидемическом и гигиеническом отношении.

Санкционированные места или объекты – означают места или объекты для удаления опасных или других отходов, в отношении которых получено разрешение или лицензия от соответствующего органа того государства, на территории которого находятся такие места или объекты.

Сертификация – официальная процедура, определяющая действует ли определенная система управления в соответствии с стандартом. Это может быть государственный или международный стандарт, или стандарт самой компании. Сама процедура сертификации тоже стандартизована. Она часто требует, чтобы выдача сертификатов производилась аккредитованными аудиторами.

Синтез химический – целенаправленное получение различных продуктов с помощью химических реакций. Иногда под **С.х.** понимают получение сложных веществ из более простых.

Система – набор элементов, которые каким-либо образом взаимосвязаны между собой и влияют друг на друга. Примеры систем: планетарная система, семья, система управления.

Система Управления – комплекс стратегии, планов, программ, организационной структуры, распределение обязанностей, процедуры и

инструкции, измерения и регистрация, которые помогают вести и контролировать выбранное направление развития.

Некоторые части структуры управления требуют специального внимания, для чего разрабатываются специализированные системы управления, например, системы управления качеством, системы управления финансами, системы управления персоналом, системы управления состоянием здоровья рабочего персонала и системы управления окружающей средой.

Система Управления окружающей природной средой – специализированная часть общей системы управления, которая концентрируется на воздействии деятельности компании на окружающую природную среду.

Система экологического менеджмента – англ. Аббревиатура EMS – согласно ISO 14000 – часть общей системы менеджмента, которая включает организационную структуру, планирование, распределение ответственности, практическую деятельность, процедуры (приемы), процессы и ресурсы, необходимые для разработки, внедрения, достижения целей экологической политики, ее пересмотра и корректировки.

Слой озоновый – масса озона в атмосфере, на высотах от 10 до 50 километров с максимальной концентрацией на высоте 20-25 километров, **С.о.** предохраняет живые организмы на Земле от вредного влияния коротковолновой УФ радиации Солнца.

Смог – от англ. smog, – smoke – дым + fog – туман – аэрозоль, состоящий из дыма, тумана и пыли. Возникает в атмосфере промышленных городов из частиц сажи, пепла, продуктов сжигания топлива, содержит также капельки жидкости – во влажной атмосфере. В жаркую погоду наблюдается в виде серо-желтоватой пелены. Может быть причиной заболевания органов дыхания.

Сообщество биотическое – совокупность популяций, которая в результате коэволюции метаболических превращений, функционирует как целостная единица в отведенном ему пространстве физической среды обитания.

Социальная экология – англ. Social ecology – наука, изучающая условия и закономерности взаимодействия общества и природы. **С.э.** подразделяется на экономическую, демографическую, урбанистическую, футурологическую и правовую.

Среда окружающая – среда обитания и производственной деятельности человека, окружающий человека природный и созданный им материальный мир. **С.о.** включает природную среду и искусственную (техногенную), т.е. совокупность элементов среды, созданных из природных веществ трудом и сознательной волей человека и не имеющих аналогов в природе (здания, сооружения и т.п.).

Стандарты и Нормы – стандарт – это общепринятая модель производства или особой деятельности. Стандарты обычно разрабатываются государственными и международными организациями, **норма** – это набор правил и постановлений, распространяемых на производство или особую деятельность. Нормы обычно разрабатываются государственными или международными институтами по нормированию.

На практике разница между двумя терминами минимальна. Стандарт или норма приобретают силу только после того, как компания решает принять их, или когда их предписывает государственное агентство.

Для систем экологического управления существует Британский Стандарт BS 7750. Для систем экологического управления и экологического аудирования скоро будет принят стандарт Международной Организации по Стандартизации ISO 14000. Во многих странах он будет считаться национальным стандартом.

Страхование экологических рисков – виды страхования, предусматривающие ответственность страховщика за риски, связанные с загрязнением окружающей среды:

- страхование ответственности судовладельцев за утечку нефтепродуктов из танкеров и загрязнение ими вод и побережья; – страхование ответственности за ядерный ущерб, причиненный третьим лицам в процессе мирного использования ядерной энергии;
- страхование ответственности за загрязнение грунтовых вод, земли и воздуха; – страхование ответственности за ущерб от горнодобывающей деятельности и т.д.

Страхование экологических рисков основывается на действующих нормах природоохранного законодательства того или иного государства.

Т

Термическая обработка – обработка материала при высоких температурах для его обеззараживания и обезвоживания.

Технология – от греч. Techne – искусство + Logos – учение: – в широком смысле – объем знаний, которые можно использовать для производства товаров и услуг из экономических ресурсов, – в узком смысле – способ преобразования вещества, энергии, информации в процессе изготовления продукции, обработки и переработки материалов, сборки готовых изделий, контроля качества, управления.

Террикон – отвал шахтной горной породы или отходов обогащения полезных ископаемых в форме конуса или усеченного коноида на поверхности земли.

Технология – от греч. Techne – искусство + Logos – учение: – в широком смысле – объем знаний, которые можно использовать для производства товаров и услуг из экономических ресурсов, – в узком

смысле – способ преобразования вещества, энергии, информации в процессе изготовления продукции, обработки и переработки материалов, сборки готовых изделий, контроля качества, управления.

Террикон – отвал шахтной горной породы или отходов обогащения полезных ископаемых в форме конуса или усеченного коноида на поверхности земли.

Технология "у конца трубы" – технология, которая приводит к сокращению выбросов загрязняющих веществ после того, как они были произведены (у конца трубы) с помощью фильтров, газопромывателей и т.д. Более современный подход – это обращение к технологиям, которые предотвращают образование загрязняющих веществ.

Токсикология – от греческого *toxikon*- яд+ – логия) – область медицины, изучающая физические и химические свойства ядов, механизмы их действия на живые организмы, признаки отравлений, изыскивающая средства их профилактики и лечения, а также формы полезного использования токсического действия ядов.

Токсины – соединения (часто белковой природы) бактериального, растительного или животного происхождения, способные при попадании в организм животных или человека вызвать заболевание или их гибель. Содержатся в ядах змей, пауков, скорпионов. Бактериальные токсины вызывают столбняк, ботулизм и другие болезни.

Токсичность – способность некоторых химических веществ и соединений биологической природы оказывать вредное действие на организм человека, животных и растений.

Токсичные отходы – вещества или отходы, которые при попадании внутрь организма через органы дыхания, пищеварения или кожу, способны вызвать смерть человека или оказать на него сильное отрицательное воздействие.

Отходы, выделяющие токсичные газы при контакте с воздухом или водой – вещества или отходы, которые при взаимодействии с воздухом или водой могут выделять токсичные газы в опасных объемах.

Токсичные вещества (вызывающие затяжные или хронические заболевания) – вещества или отходы, которые при попадании внутрь организма через органы дыхания, пищеварения или кожу могут вызвать серьезные, затяжные или хронические заболевания, включая раковые заболевания.

У

Управление – вся деятельность организации по планированию, направлению, контролированию и оценке работы, так чтобы были достигнуты сформулированные цели. В английском языке слово "управление" также означает группу людей, управляющих организацией.

Уровень предельно допустимый (ПДУ) – вредного вещества на кожных покровах – государственный гигиенический норматив, используемый для контроля за содержанием вредных веществ на коже работающих, для проектирования средств индивидуальной защиты, а также профилактики неблагоприятного воздействия вредных веществ на здоровье работающих путем совершенствования технологических процессов, машин и оборудования.

Утилизация – от лат. Utilis – полезный – использование ресурсов, не находящихся прямого применения по назначению, вторичных ресурсов, отходов производства и потребления.

Утилизация промышленных отходов – использование промышленных отходов в качестве вторичного сырья, топлива, удобрений и для других целей.

Утилизация сточных вод – использование полезных компонентов, растворенных или взвешенных в бытовых, ливневых или промышленных стоках, или применение этих вод после очистки для орошения полей и/или лесных насаждений.

Утилизация отходов – англ. Waste recovery – вовлечение отходов в новые технологические циклы, использование в полезных целях.

Ф

Фон радиационный – природный уровень ионизирующей радиации, определяемый интенсивностью космического излучения и содержанием радионуклидов в ОПС.

Фоновое содержание (загрязнения) – содержание химических веществ в почвах территорий, не подвергающихся техногенному воздействию или испытывающих его в минимальной степени.

Х

Характеристика опасных свойств отходов. Определения опасных свойств отходов, принимаемых данной системой классификации, соответствуют определениям, принятым Базельской конвенцией.

Хвостохранилище – замкнутый или полужамкнутый бассейн для складирования шламов или суспензий отходов обогатительных фабрик.

Химическое загрязнение почвы – изменение химического состава почвы, возникшее под прямым или косвенным воздействием фактора землепользования (промышленного, сельскохозяйственного, коммунального), вызывающее снижение ее качества и возможную опасность для здоровья населения.

Хранение отходов – содержание отходов в объектах размещения отходов в целях их последующего захоронения, обезвреживания или использования.

Ц

Цепная реакция – сложная реакция, в которой промежуточные активные частицы, регенерируясь в каждом элементарном акте, вызывают большое число (цепь) превращений исходного вещества. В химических **Ц.Р.** активные частицы – атомы и молекулы; в ядерных цепных реакциях – нейтроны.

Циклы биогеохимические (биогеохимический круговорот веществ) – обмен веществом и энергией между различными компонентами биосферы, обусловленный жизнедеятельностью организмов и носящий циклический характер. Термин "биогеохимические циклы" введен в начале 20 в. В.И.Вернадским.

Ш

Шлак – от нем. Schlacke – **Ш.** металлургический – расплав окислов (после затвердения – камне-или стекловидное вещество), обычно покрывающий поверхность жидкого металла в плавильных печах; формируется из пустой породы рудных материалов, из флюсов и т.д.

Шлам – от нем. Schlamm – осадок в виде мелких твердых частиц, выделяющихся при отстаивании или фильтрации жидкости.

Шламонакопители – сооружения для хранения хвостов обогащения полезных ископаемых, осадков, сточных вод, шламов, шлаков, зол, илов и т.п., жидких, пастообразных или твердых отходов, обустроенные и эксплуатируемые в соответствии с проектами.

Щ

Щелочность – содержание в среде (почве или воде) гидроксильных ионов, обуславливающих щелочную (водородный показатель – рН – более 7) реакцию среды.

Э

Эволюция – от латинского evolutio – развертывание – необратимое историческое развитие живой природы. Определяется изменчивостью, наследственностью и естественным отбором организмов. Сопровождается приспособлением их к условиям существования, образованием и вымиранием видов, преобразованием биогеоценозов и биосферы в целом.

Экологическая доктрина – концентрированное выражение системы официальных взглядов и положений, вырабатываемых политическим руководством государства и провозглашающих основные цели, принципы, направления и формы его деятельности по обеспечению рационального взаимодействия между обществом и природой, сохранению надлежащего качества среды обитания живых веществ, включая человека.

Экологическая система – англ. Ecological system (Ecosystem) – единый природный или природно-антропогенный комплекс, образованный живыми организмами и средой их обитания, в котором живые и косвенные экологические компоненты соединены между собой причинно-следственными связями, обменом веществ и распределением потока энергии. *Различают:* – микроэкосистемы, обычно составляющие индивидуальные консорции; – мезоэкосистемы; – макроэкосистемы.

Экологическая экспертиза – установление соответствия намечаемой хозяйственной и иной деятельности экологическим требованиям и определение допустимости реализации объекта экологической экспертизы в Целях предупреждения возможных неблагоприятных воздействий этой деятельности на окружающую природную среду и связанных с ними социальных, экономических и иных последствий реализации объекта экологической экспертизы.

Экологическая экспертиза – комплексная оценка проектов хозяйственного строительства и использования природных ресурсов на предмет их соответствия экологической безопасности и системам рационального природопользования.

Экологические права человека – совокупность конституционных прав человека, включающая: – право на благоприятную окружающую среду; – право на возмещение ущерба, причиненного экологическим правонарушением здоровью и имуществу человека; – право на получение достоверной информации о состоянии окружающей природной среды.

Экологический менеджмент – управление природоохранной и природопользовательной деятельностью. *Э.м. включает:* – правовой и экономический механизмы охраны природы; – систему государственных и региональных органов управления; – деятельность руководителей и специалистов предприятий по охране ОПС и рациональному использованию природных ресурсов.

Экологическое воспитание – формирование у людей сознательного отношения к окружающей среде, направленного на охрану и рациональное использование природных ресурсов. Особое значение имеет э. в. жителей охраняемых зон.

Экологическое обоснование проекта – англ. Ecological feasibility report – доказательство вероятного отсутствия неблагоприятных экологических последствий осуществления предлагаемого проекта и, наоборот, улучшения в ходе его осуществления условий для жизни людей и функционирования хозяйства.

Экологическое право – комплексная отрасль права; совокупность юридических норм, регулирующих отношения в области охраны и рационального использования природных ресурсов.

Экологическое сознание – индивидуальная и коллективная способность понимания неразрывной связи человека человечества с

природой, зависимости благополучия людей от целостности и сравнительной неизменности природной среды обитания человека и использования этого понимания в практической деятельности.

Экология – от греческого *oikos*-дом, жилище, местопребывание + –логия – наука об отношениях растительных и животных организмов и образуемых ими сообществ между собой и окружающей средой. Термин «Э.» предложен в 1866 г. Э.Геккелем. Объектами «Э.» могут быть популяции организмов, виды, сообщества экосистемы и биосфера в целом.

В 20 веке в связи с усилившимся воздействием человека на природу экология приобрела особое значение как научная основа рационального природопользования и охраны живых организмов. С 70-х гг. 20 в. складывается **Э. человека**, или **социальная Э.**, изучающая закономерности взаимодействия общества и окружающей среды, а также практические проблемы ее охраны; социальные, экономические, географические и другие аспекты (например: экология города, экологическая этика и др.).

Экология – биологическая наука, изучающая организацию и функционирование надорганизменных систем различных уровней: популяций, биоценозов (сообществ), биогеоценозов (экосистем) и биосферы.

Экология – наука о составе, структуре, свойствах, функциональных особенностях и эволюции систем надорганизменного уровня, популяционных экосистем и биосферы. Экология изучает основные фундаментальные закономерности: поток энергии, циркуляцию химических элементов. Обычно Э. считается частью биологии.

Экология радиационная – наука, которая занимается изучением воздействия ионизирующего излучения, а также разработкой и применением новых радиоактивных индикаторов.

Экосистема – от греческого *oikos* – жилище, местопребывание + *systema* – сочетание, объединение – экологическая система, совокупность совместно обитающих организмов и условий их существования, находящихся в закономерной взаимосвязи друг с другом и образующих систему взаимообусловленных биотических и абиотических явлений и процессов. Термин Э. предложен А. Тенсли в 1935 г. Он считал, что Э. «с точки зрения эколога, представляет собой основные природные единицы на поверхности земли», в которую входит «не только комплекс организмов, но и весь комплекс физических факторов, образующих то, что мы называем средой биома, – факторы местообитания в самом широком смысле».

Экосистема – единый природный комплекс, образованный живыми организмами и средой их обитания (атмосфера, почва, водоем и др.), в которой живые и косвенные компоненты связаны между собой обменом вещества и энергии.

Экотоксические вещества – вещества или отходы, которые в случае попадания в ОПС представляют или могут немедленно или со временем представить угрозу для нее в результате биоаккумуляции и/или оказывать токсичное воздействие на биотические системы.

Эрозия почвы – разрушение почвы водой, стекающей по склону; водяные струйки и потоки отрывают почвенные частицы и комочки от общей массы почвы и сносят их вниз по склону. Помимо разрушения почвы водой существует процесс развеивания почвы сильными ветрами. Причиной Э.п. почвы могут быть ливневые, талые и сбросные ирригационные воды.

Эффект парниковый в атмосфере планет – нагревание внутренних слоев атмосферы (Земли, Венеры и других планет с плотными атмосферами), обусловленный прозрачностью атмосферы для основной части излучения Солнца (в оптическом диапазоне) и поглощением атмосферой основной (ИК) части теплового излучения поверхности планеты, нагретой Солнцем.

Я

Яды гемолитические – свинец, анилин, мышьяк, сероводород, яды некоторых змей и другие вещества, в том числе микробного, растительного или животного происхождения, вызывающие, при проникновении в организм, разрушение эритроцитов крови с выделением в окружающую среду гемоглобина.

Ядохимикаты – химические вещества, используемые для борьбы с нежелательными в медицинском или хозяйственном отношении организмами (напр., пестициды)

ВВЕДЕНИЕ

Ресурсы природы и их устойчивое потребление – ключевой вопрос обеспечения устойчивого развития общества и государства. Недостаток природных ресурсов при растущем населении Земли привел к осознанию необходимости устойчивого развития. Устойчивое потребление ресурсов – это обеспечение уровня их потребления, соответствующего природно-ресурсному потенциалу территории и обеспечение равного доступа к ресурсам будущих поколений.

Как показывают проведенные рядом исследователей расчеты, устойчивое потребление может привести к необходимости некоторого сокращения уровня потребления в развитых странах без снижения и даже при росте качества жизни.

Деятельность человека связана с появлением огромного количества разнообразных промышленных и твердых бытовых отходов (ПО и ТБО, соответственно). Способность общества организовать переработку генерируемых им отходов и тем самым сократить потребление природных ресурсов является одним из ведущих показателей его устойчивости.

В последние десятилетия в мире продолжается резкий рост потребления, начавшийся в середине прошлого века. Это привело к существенному увеличению объемов образования ПО и ТБО. Для всех отраслей народного хозяйства особую значимость приобретает использование ценных компонентов, входящих в их состав.

Промышленно развитые страны пытаются решить проблему всех видов отходов, используя комплексные рычаги воздействия, включающие законодательное регулирование и создание системы экологических нормативов, поддерживая «зеленые технологии» с помощью системы грантов и снижения налогов, а также привлекая к решению технологических задач разработчиков передовых малоотходных технологий.

В связи с тем, что сфера обращения с отходами производства и потребления охватывает чрезвычайно широкий комплекс проблем и требует соответствующей профессиональной подготовки, в высших учебных заведениях рекомендуется введение новой дисциплины – «Комплексные системы управления отходами». С учетом ее основополагающих принципов, авторами данной работы разработана общая программа.

Она включает разделы: физико-химические механизмы, источники образования и классификация отходов; отходы как вторичные материальные ресурсы; понятия токсичных и опасных отходов; системы и методы комплексного управления отходами; стратегия обращения с ними; технологии и оборудование для сбора, транспортировки, подготовки, утилизации и обезвреживания; особенности работы с опасными (ОпО), токсичными (ТО) и радиоактивными отходами (РАО); Базельская конвенция по контролю за трансграничным перемещением опасных отходов; системы мониторинга отходов; эколого-экономические аспекты комплексного управления отходами в различных отраслях экономики; правовые аспекты переработки и утилизации отходов; малоотходные технологии в различных отраслях экономики.

РАЗДЕЛ 1

УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ОБЩЕСТВА И ПРОБЛЕМЫ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ

1.1. Управление отходами производства и потребления

Проблема устойчивого потребления ресурсов плотно связана с проблемой роста производства отходов, т.е. производства их с такой интенсивностью, при которой объем поступления отходов не превышает возможности их переработки или сорбции. Устойчивое потребление ресурсов связано с удовлетворением потребностей человека, в том числе с их экологизацией, установлением соответствия между уровнем потребления и природно-ресурсным потенциалом территории.

К **природным ресурсам** относятся находящиеся в окружающей природной среде (ОПС) средства существования людей, не созданные их трудом (вода, почва, растения, животные, минералы). Их делят на исчерпаемые и неисчерпаемые. К исчерпаемым ресурсам принадлежат невозобновляемые, относительно возобновляемые и возобновляемые.

Невозобновляемые ресурсы не восстанавливаются или восстанавливаются медленнее, чем используются человеком. Это – полезные ископаемые, в т.ч. используемые для строительства и эксплуатации зданий и сооружений. **Относительно возобновляемые** ресурсы – это почва, леса и т.п.

Возобновляемые – сельскохозяйственная растительность, животный мир, ряд минеральных ресурсов, восстанавливающихся с различной скоростью. Чтобы быть возобновляемыми, эти ресурсы должны расходоваться не быстрее их восстановления. Так, для восстановления леса требуется 50-60 лет, популяции животных – 5-10 лет.

Неисчерпаемыми принято считать космические (солнечная радиация, энергия морских приливов и отливов), климатические (атмосферный воздух, энергия ветра, осадки), водные ресурсы (запасы воды на Земле). Однако вода и атмосферный воздух неисчерпаемы только количественно, а качественно – исчерпаемы.

Добываемые ресурсы используют, после чего значительная их часть (до 95% добытого объема) поступает в виде загрязнений в ОПС. По мере сокращения ресурсов они становятся все беднее, и их все труднее добывать.

Составляя по массе исключительно малую часть живого вещества Земли (тысячные доли процента), человек выбрасывает в ОПС отходы в объеме, многократно превышающем все отходы биосферы. Объем отходов удваивается каждые 15 лет.

Отходы человеческой деятельности, в отличие от биосферных, не

утилизируются биосферой. Очень опасна тенденция все большего включения в эволюционные процессы токсичных, несвойственных природе химических веществ, в т.ч. соединений тяжелых элементов. Сотни миллионов лет эволюция живого вещества происходила за счет легких элементов, а тяжелые использовались в очень малых количествах как микроэлементы. Сейчас это исторически сложившееся соотношение нарушено, и все большее количество тяжелых элементов включаются в жизненные процессы.

Живые организмы состоят в основном из углерода, кислорода, азота и водорода – легких элементов, которые являются главными компонентами атмосферы и гидросферы. Тяжелые элементы в природе почти не встречаются в больших концентрированных количествах, они появляются в циклах только после добычи человеком различных ископаемых. Избыток, а также и недостаток, который гораздо менее вероятен, тяжелых элементов ведет к опасным последствиям для живых организмов. Ниже приведен краткий анализ состояние и использование ресурсов Земли.

Почва – естественно – историческое биокосное тело, возникшее в результате воздействия живых и мертвых организмов, атмосферы, природных вод на поверхность горных пород в условиях различного климата, рельефа, гравитации – наиболее ценный ресурс. Из общей поверхности земного шара (510 млн. км²) 149 млн. км² суши (29,2%) состоят из разнообразных категорий земель (*табл. 1.1*).

Таблица 1.1

Земельный фонд планеты

Категория земель	Площадь, млн. км ²	% площади суши
Ледники	16,3	11,0
Полярные и высокогорные пустыни	5,0	3,3
Тундры и лесотундры	7,0	4,7
Болота вне тундр	4,0	2,7
Озера, реки, водохранилища	3,2	2,1
Неорошаемые пустыни, скальные грунты и прибрежные пески	18,2	12,2
Леса	40,3	27,0
Травянисто-кустарниковые пастбища и естественные луга	28,5	19,0
Земледельческая площадь	19,0	13,0
Земли промышленного и городского назначения	3,0	2,0
Земли, подверженные эрозии, засолению, заболачиванию, латеритная и гипсовая кора и др.	4,5	3,0
Суша в целом	149,0	100,0

Площадь, занятая пашней на душу населения, составляла в 1950 г. – 1,06 га, в 1978 г. – 0,87 га. Сокращение площади пашни происходит по ряду причин, в т.ч. ввиду отвода земли под строительство промышленных, жилых и общественных зданий и сооружений. Каждые 15 лет в мире примерно в 2 раза возрастает площадь земли, выделяемой под застройку. В целом по земному шару в ближайшие 15-20 лет площадь застроенной земли может увеличиться на 10-15%.

Лесные ресурсы играют большую роль в улучшении состояния ОПС, выполняя почвозащитную и климатообразующую функции, участвуя в процессе фотосинтеза. Древесина – единственный возобновляемый ресурс для целей строительства. Все наземные и водные растения земного шара создают около 100 млрд. т сухой фитомассы, при этом на долю суши приходится около 64 млрд. т.

Они поглощают из воздуха примерно 5,5 млрд. т. диоксида углерода, выделяя 4,25 млрд. т кислорода. Этим далеко не ограничиваются полезные функции леса. Запасы древесины в целом по земному шару равны 358 млрд. м³. Однако значительная часть пригодной для целей строительства древесины теряется при добыче, транспортировке и обработке, используется в качестве топлива. Поэтому леса относят к относительно возобновляемым ресурсам. Главная задача в их потреблении – полная переработка и использование при изготовлении изделий.

Минеральные ресурсы (полезные ископаемые) образуются исключительно медленно, поэтому используются в большинстве случаев однократно.

Это важнейшие ресурсы в жизни человеческого общества, о чем свидетельствуют установившиеся наименования периодов развития человечества: каменный, бронзовый, железный века. Распространение элементов в земной коре, % масс.: Si (27,72), Al (8,13), Fe (5), Ca (3,6), Na (2,38), K (2,45), Mg (2,09).

Полезные ископаемые делятся на твердые (железные и др. руды, уголь и т.п.), жидкие (нефть, минеральные и пресные воды), газообразные (природный газ); по составу – на рудные (металлические), нерудные (неметаллические), горючие и др.

Рудные ископаемые – это железные, марганцевые, алюминиевые, цинковые и др. руды черных, цветных, редких, рассеянных, редкоземельных, радиоактивных и благородных металлов; **нерудные** – минералы и горные породы, используемые в качестве строительных материалов (песок, гранит, базальт, мрамор, известняки, глина, мергель и др.), горнохимическое сырье (апатиты, фосфориты и др.), электротехническое, тепло-звукоизоляционное, кислото-щелочестойкое сырье (слюда, асбест, тальк, корунд и др.); горючие – уголь, нефть, газ, торф.

Сделать производство безотходным невозможно так же, как невозможно сделать безотходным и потребление. В связи с изменением промышленного производства, колебаниями уровня жизни населения, увеличением объема услуг рынка значительно изменился качественный и количественный состав отходов.

Утилизация отдельных видов отходов – решенная или решаемая задача, другие еще ждут своего часа. Объемы некоторых опасных и малоликвидных отходов продолжают накапливаться, ухудшая экологическую ситуацию городов, районов и регионов. Влияние потока отходов остро сказывается на глобальных геохимических циклах ряда биофильных элементов, в частности органического углерода.

Масса этого элемента, поступающая в ОПС с отходами, составляет до 2% их общего количества. В масштабах Украины это составляет около 1 млн. т/год. Экологизация потребностей жителя города или региона – это реализация соответствия между потребностями и природно-ресурсным потенциалом, удовлетворение только экологически целесообразных потребностей, т.е. таких, которые не наносят ущерба ОПС и качеству жизни.

Их удовлетворение не вызывает сокращения природно-ресурсного потенциала, позволяет восстановить ОПС, повысить ее качество. Проблема устойчивого потребления ресурсов многогранна и исключительно важна для обеспечения устойчивого развития общества. Следует привести скорость использования ресурсов в соответствие с природно-ресурсным потенциалом государства, необходимо замещать невозобновляемые ресурсы возобновляемыми.

Т.к. значительная часть ресурсов служит удовлетворению разнообразных (не всегда экологических) потребностей человечества, необходимо стремиться к их экологизации. Экологизация потребностей возможна только при условии всеобщей и положительно воспринимаемой экологизации мышления населения. На *рис. 1.1* приведена схема градации мировых природных ресурсов. Непродуктивные ориентации (рецептивная – «получательская», эксплуататорская – «берущая»), должны уступить место продуктивной, «производящей»: накопительской «сохраняющей», рыночной – «обменивающей».

Модель нового общества должна строиться в соответствии с потребностями неотчужденного и ориентированного на бытие индивида. Цель человека – быть многим, а не обладать многим. Здоровое потребление может иметь место только в том случае, когда все увеличивающееся число людей захотят изменить структуру потребления и свой стиль жизни. «Быть, а не иметь».

Гораздо более серьезна проблема расточительного потребления ресурсов на всех стадиях их получения и использования. Человечество использует в виде конечных продуктов своего потребления лишь очень

малую часть добываемых ресурсов (2-5%), все остальное превращается в отходы при получении ресурса, обработке сырья, изготовлении и использовании готовых материалов и изделий.



Рис. 1.1. Принципиальная градация природных ресурсов

Вред такой невероятно убогой технологии двойной: ресурсы потребляются с гораздо большей скоростью, чем это действительно необходимо, а ОПС интенсивно загрязняется элементами и соединениями, не характерными для нее. В результате все загрязнения поступают в живое вещество, в т.ч. и в организм человека, вызывая различные болезни.

В.И.Вернадский подсчитал, что в течение XIX века человечество добыло 22711 тыс. т свинца, 11373 тыс. т цинка, 10679 тыс. т меди, 130 тыс. т серебра, 11,5 тыс. т золота, 27,5 тыс. т алюминия. В следующем столетии потребление всех металлов и химических элементов многократно возросло, в некоторых случаях в 1000 раз.

Наиболее стремительный рост добычи минерального сырья и энергоносителей произошел во второй половине XX в., когда началась научно-техническая революция. В этом отношении особенно показательным считают период 1961 – 1980 гг., во время которого из недр планеты было извлечено свыше 40% всего количества добытого с начала столетия угля, почти 55% железной руды, свыше 73% всей нефти, более 77% природного газа, а также 64% калийных солей, 66% фосфатов и почти 80% бокситового сырья.

В развитых и развивающихся странах с 1950 по 1980 г. добыча свинца увеличилась в 1,7 раза, цинка – в 2,4, меди – в 2,8, вольфрама – в 3,3, никеля – в 4,6, молибдена и калийных солей – в 6,8, фосфатных руд – в 5 раз. На долю СССР в этот период приходилось 20-25% суммарного

производства всех важнейших видов полезных ископаемых. Поэтому, путь к устойчивому потреблению материальных и энергетических ресурсов должен быть начат с экологизации мышления и продолжен в исключительно сложном направлении создания новых экологически чистых технологий и объектов техники, циклы производства и поглощения отходов в которых подобны биосферным циклам.

В отдаленном будущем придется переходить от энтропийной техники и технологий к неэнтропийным технике и технологиям, которые естественным образом подобны биосферным технологиям и объектам живой природы. Темпы потребления ресурсов и производства отходов не обоснованы запасами ресурсов и возможностями природы. У человечества, может быть, осталось только в 2-4 раза больше того, что уже им использовано. Но эти темпы при введении новой техники, новой системы распределения, нового законодательства могут быть уменьшены без снижения и даже при росте качества жизни.

Реальные предложения Г. Дейли по устойчивому потреблению ресурсов:

- для возобновляемых ресурсов темпы потребления не должны превышать темпов регенерации,
- для невозобновляемых ресурсов темпы потребления не должны превышать темпов замены на возобновляемые ресурсы,
- для загрязняющих веществ интенсивность их выбросов не должна превышать темпов их усвоения, переработки или потери ими вредных свойств.

Специалисты различают страны на основе состава их отходов. Перед странами определенных категорий стоят разные задачи в области обращения с отходами. В слаборазвитых странах с этими связана санитарно-гигиеническая проблема: масса неиспользованной органики содействует возникновению ряда болезней, развитым странами угрожают сложные проблемы – потери природных ресурсов, химическое загрязнение и др.

В так называемых переходных государствах (к которым, в соответствии с этой классификацией, относятся и государства бывшего СССР, в т.ч. Украина, ряд южноамериканских и восточноазиатских стран) можно рассматривать проблему управления отходами как сумму вышеуказанных проблем. Для согласования многочисленных вопросов, вызванных образованием огромных объемов отходов производства и потребления, в развитых странах создана целая хозяйственная отрасль, получившая название «waste management» (управление отходами).

В начале 90-х гг. XX в. только на ее предприятиях в развитых странах было задействовано более 300 тыс. работников, перерабатывавших 300 млн. т/год промышленных и бытовых отходов, что давало свыше \$30 млрд./год дохода.

По различным данным США утилизируют от 13 до 17% собственных отходов. В Европейском союзе ситуация с управлением отходами намного лучше, хотя и неодинакова в разных странах. Например, в Италии из 24 млн. т/год мусора – 8 млн. т вообще не собирается и не утилизируется. Оказываются на свалках 95% испанских ТБО. В конце 80-х гг. XX в. ФРГ ежегодно генерировала около 17 млн. т/год бытовых отходов, из которых 12 млн. т (70%), благодаря щедро упакованной по требованию маркетологов продукции, приходилось именно на упаковку. Утилизации тогда подлежало не более 30% таких отходов.

В связи с научно-технической революцией резко ускорился рост добычи полезных ископаемых (за последние 75 лет добыча нефти возросла в 133 раза, угля – в 3,3 раза, газа – в 632 раза). Сроки обеспеченности человечества минеральными ресурсами при их ускоряющейся разработке невелики, хотя прогнозы в этой области весьма неточны из-за совершенствования технологии, повышения степени утилизации вторичных материалов, разведывания новых запасов. Мировые запасы полезных ископаемых шельфа и дна океанов оцениваются следующими цифрами: железомарганцевые конкреции – 1,5 трлн. т, нефть – 60-150 млрд. т, магнетит – 15-18 млрд. т, фосфориты – 30 млрд. т. Однако прогнозы потребления ресурсов (табл. 1.2) заставляют срочно искать альтернативные способы их использования и ограничения разработки.

Таблица 1.2

Мировые запасы и потребность в минеральном сырье (2000 г.)

Продукты переработки сырья	Прогнозируемая потребность мировой экономики	Мировые запасы	Соотношение запасов и потребности
Барий, млн. т	113	91	0,8
Бром, млн. т	15,9	11,3	0,7
Висмут, тыс. т	150	52	0,3
Германий, т	2,62	1,82	0,7
Золото, тыс. кг	36,5	41,1	1,1
Кадмий, тыс. т	795	752	1,1
Сера, млн. т	1960	2032	1,0
Серебро, тыс. т	460	187	0,4
Фтор, млн. т	125	35,4	0,3
Цинк, млн. т	230	140	0,6
Асбест, млн. т	174	145	0,8
Гипс, млн. т	2400	1860	0,8
Графит, млн. т	20	9,1	0,5
Слюда листовая, тыс. т	204	15	0,1

Одним из важных факторов добычи и переработки сырья становится охрана ОПС. Несовершенство технологии приводит к экологическим

катастрофам: аварии нефтяных и газовых платформ на шельфах, вызывающие загрязнение моря, гибель фауны из-за пожаров, невозможные затраты пресной воды и ее загрязнение при получении многих видов товарной продукции. Добыча полезных ископаемых должна стать экологически оправданной, учитывающей комплекс факторов: отсутствие отвалов, сохранение почвы, чистота атмосферы, гидросферы и литосферы, влияние на биосферу, ландшафт, социальные факторы, затраты энергии и труда, здоровье современного и будущих поколений людей.

Водные ресурсы – запасы пресных вод (реки, озера, ледники, подземные воды). В результате круговорота вода постоянно обновляется, расходуется и восстанавливается, продолжительность ее возобновления различна в зависимости от объекта, в котором она находится (*табл. 1.3*).

Таблица 1.3

Продолжительность смены массы земных объектов

Полярные, подземные льды, постоянный снежный покров	Около 10000 лет
Мировой океан	2500 лет
Горные ледники	1600 лет
Подземные воды (глубокие)	1400 лет
Озера	В среднем 17 лет
Болота	5 лет
Влага в почве	1 год
Вода в руслах рек	16 дней
Вода в атмосфере	8 дней
Биологическая вода (в живых организмах)	Несколько часов

Энергетические ресурсы в зависимости от источника относят к возобновляемым (энергия Солнца, фотосинтез, гидроэнергия, приливы, волны, ветровая, геотермальная энергия, процессы испарения и выпадения осадков, тепловая энергия использования разности температуры между атмосферой, сушей и морем) и невозобновляемым (газ, нефть, уголь, торф, сланцы, ядерное топливо).

Вначале человек использовал мускульную силу людей и животных, древесину, ветер и воду как источники энергии. Затем основными источниками стали уголь, нефть, природный газ, электричество, ядерная энергия. Однако запасы невозобновляемых мировых энергоресурсов ограничены (*табл. 1.4*). Теоретически доступные энергетические ресурсы Земли достаточно велики, но не всегда могут быть использованы (*табл. 1.5*).

Легкое ядерное топливо не может быть использовано в широких масштабах в настоящее время, поэтому наиболее реальной становится

солнечная энергия (часть отмеченных видов энергии – это превращенная энергия солнца).

Таблица 1.4

Мировые запасы угля, нефти и природного газа

Ресурсы	Запасы, млрд. т	Запасы, доступные для извлечения, млрд. т
Уголь	11240	2880
Нефть	743	372
Газ	229	178

Таблица 1.5

Мировые энергоресурсы

Источники энергии	Ресурсы, ЭДж*
Невозобновляемые:	
Ядерное топливо	$1,97 \cdot 10^6$
Химическая энергия органического топлива	$5,21 \cdot 10^5$
Неисчерпаемые:	
Термоядерная энергия синтеза	$3,6 \cdot 10^9$
Геотермальная энергия	$2,9 \cdot 10^6$
Возобновляемые:	
Солнечная энергия, достигающая Земли и превращающаяся в тепловую	$2,4 \cdot 10^6$
Энергия морских приливов	$2,5 \cdot 10^5$
Ветровая энергия	$6,1 \cdot 10^3$
Энергия рек	$1,2 \cdot 10^2$
Биоэнергия лесов	$1,5 \cdot 10^3$

*ЭДж – эксаДжоуль (10^{18} Дж)

В последние годы во многих странах пересматривают энергетические ресурсы с точки зрения региональной и глобальной экологии. Известно, что энергетика на невозобновляемых ресурсах приводит к дополнительному нагреву атмосферы, поэтому ее называют добавляющей (она добавляет энергию к энергии нагрева Земли Солнцем). Возобновляемые ресурсы при их использовании практически не приводят к дополнительному нагреву, поэтому их энергия называется *не добавляющей*, малоотходной, не загрязняющей геосферу.

Дополнительный нагрев атмосферы Земли на 1°C может быть вызван производством добавляющей энергии в количестве 1% энергии, получаемой от Солнца. Это приведет к катастрофическим изменениям климата, географической ситуации, биосферы. Безопасный предел объема добавляющей энергии по прогнозам ученых – 0,1% падающей на Землю солнечной энергии (около 100 млрд. кВт). В настоящее время производится около 10 млрд. кВт при ежегодном приросте около 3%.

Невозобновляемых ресурсов по разведанным запасам может хватить человечеству: угля – на 600 лет, нефти – на 90, природного газа – на 50, урана (в реакторах на медленных нейтронах) – на 27-60 лет. Переход к реакторам на быстрых нейтронах позволит увеличить сроки исчерпания топлива до 2500 лет, однако они в настоящее время небезопасны.

Потенциальные запасы урана, доступные извлечению из недр, составляют 66,16 млн. т, в воде морей и океанов – 4 млрд. т, что значительно превосходит по тепловому эквиваленту все виды органического топлива. Вместе с тем радиационное воздействие ядерных энергоустановок при возможных авариях чрезвычайно опасно и не следует считать ядерную энергетику социально приемлемой (на современном уровне науки и техники).

Стратегическими направлениями использования энергетических ресурсов являются экономичность, широкое развитие возобновляемого энергопотребления наряду с применением экологически чистой энергетики на природном газе, а также на угле и нефти с очисткой отходящих газов до 99,5%. Это не должно вызвать парниковый эффект и уменьшить запасы кислорода (сейчас его ежегодно потребляется около 0,003%, без учета воспроизводства).

Следует отметить, что уровень экономического могущества стран не свидетельствует, как правило, об экономном отношении к ресурсам: США при численности населения, составляющей 5% мировой, используют 25% топливных ресурсов мира и потребляют больше кислорода, чем его производит их территория.

Нетрадиционные возобновляемые источники энергии сопоставимы по ресурсам с традиционными, а исчерпаемость последних, низкий коэффициент преобразований их в электроэнергию, значительное загрязнение ОПС при сжигании топлива, делают исключительно актуальной задачу их разработки и применения.

Вторичными ресурсами могут служить отходы производства и потребления, образующиеся в народном хозяйстве. **Отходы производства** – это остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, утратившие полностью или частично исходные потребительские свойства, а **отходы потребления** – это изделия и материалы, утратившие нужные свойства ввиду физического или морального износа.

В число вторичных ресурсов входят – остатки материалов, полуфабрикатов и сырья, не утратившие в процессе производства исходные свойства и могущие использоваться для изготовления изделий при пониженных требованиях к размерам и агрегатному состоянию. К отходам относят побочные и попутные продукты, образующиеся наряду с основной продукцией при переработке сырья (побочные) или при добыче и обогащении полезных ископаемых (попутные). В результате применения вторичных материалов вместо первичного сырья достигается

экономический эффект и сокращение загрязнения ОПС (табл. 1.6).

Таблица 1.6

Эффективность замены первичного сырья вторичным в производстве
(% на 1000 т готовой продукции)

Показатели	Сталь (100% лома)	Стекло (60% стеклобоя)
Сокращение:		
Загрязнений воздуха	86	6-22
Загрязнений воды	76	–
Массы твердых отходов	97	79
Экономия:		
Энергии	74	6
Воды	40	50
Естественных ресурсов	90	54

В США и других развитых странах приняты законы по обязательной переработке отходов с учетом защиты ОПС и степени их потенциальной опасности. Причиной введения таких законов явились катастрофический рост объема отходов, сложность или даже невозможность выделения новых площадей для полигонов и свалок, широкое движение экологических организаций против создания новых свалок и захоронений опасных отходов.

Более сложен вопрос рекультивации, снижения воздействий существующих полигонов и свалок, которые служат накопителями самых различных отходов (бытовых, в т.ч. и болезнетворных, промышленных, сельскохозяйственных, строительных). Основной задачей их рекультивации может быть сокращение до минимума выделений пыли, газов, жидкости в ОПС (консервация полигона или свалки), получение биогаза, защита от атмосферных осадков, насаждения растительности и др.

Варианты рекультивации существующих свалок: устройство водонепроницаемой завесы, например, стены в грунте до водоупора, с целью исключения фильтрации загрязненных грунтовых вод; укладка по верху спланированной насыпи непроницаемой пленки для исключения попадания газов и пыли от свалки в воздух; обваловка свалки растительным грунтом с высаживанием травы и кустарника. Устройство в объеме свалки перфорированных труб позволит собрать выделяющийся биогаз и использовать его в качестве топлива.

Устойчивое потребление ресурсов напрямую связано с проблемой экологизации потребностей. Житель города стремится удовлетворять все более широкий и постоянно растущий круг своих потребностей, что ведет к росту потребления ресурсов. Наряду с сохранением самых простых базовых потребностей, носящих биологический характер и свойственных всем живым организмам, человеческие потребности становятся все более

сложными. В то же время все больший объем современных потребностей не носит экологического характера, более того, ряд потребностей антиэкологичен и вреден.

Сложнейшая задача классификации потребностей и влечений человека, живущего в городе, издавна решается философами, психологами, экономистами и другими учеными. Потребности делят на базовые (без удовлетворения которых человек может погибнуть – пища, жилище, одежда) и вторичные (возникающие в условиях возможности выбора конкретных вещей и условий); выделяют псевдопотребности (роскошь), вредные потребности (курение, алкоголь, другие наркотики и т.п.).

Задача классификации потребностей осложняется невозможностью выделения единого систематического признака, а также постоянным ростом числа и степени сложности удовлетворения потребностей.

Предложено деление потребностей по характеру и природе возникновения (физические, социальные, интеллектуальные), сфере жизнедеятельности (материальные и духовные), степени удовлетворения (удовлетворенные, неудовлетворенные и не полностью удовлетворенные), степени рациональности (рациональные и иррациональные) и др.

Потребности делятся на:

- а) физиологические и сексуальные;
- б) потребности в безопасности и стремлении к порядку;
- в) социальные потребности в групповом общении и одобрении;
- г) престижные – в престиже, самоуважении, самоутверждении;
- д) духовные – в самовыражении и повышении социального статуса.

В последние десятилетия наблюдается экспоненциальный рост числа и сложности потребностей жителей развитых стран, причем отнести эти новые потребности к базовым нельзя, хотя и трудно считать их псевдопотребностями или полностью иррациональными потребностями. Как отмечала Всемирная Комиссия по ОПС и развитию, «Основные потребности человека удовлетворяются только с помощью товаров и услуг, предоставляемых промышленностью..., способной как обеспечить экологическое равновесие, так и разрушить его – что она постоянно и делает». Чем больше круг потребностей и чем они сложнее по способам их удовлетворения – тем больше должна работать промышленность товаров и услуг и в результате тем больше разрушается окружающая среда.

Таков «заколдованный круг» развития человечества, если это развитие не ограничивается природно-ресурсным потенциалом региона и планеты в целом. Обеспечить экологическое равновесие можно только экологизацией всех частей этого круга: экологизацией сознания жителей (согласие с необходимостью самоограничения числа и сложности потребностей), экологизацией самих потребностей и экологизацией промышленности товаров и услуг. Каждая из этих задач исключительно

сложна и требует длительного времени для ее выполнения.

Ограничителями верхнего предела постоянно растущих индивидуальных потребностей жителя города выступают сейчас в первую очередь природно-ресурсные возможности региона и планеты в целом. Однако это ограничение не принимается во внимание в развитых странах: поэтому, например, житель США затрачивает на удовлетворение собственных нужд намного больше, чем среднестатистический житель Земли, т.е. недопустимо много для среднестатистического жителя.

Рост товарной массы, быстрое моральное устаревание еще работоспособной бытовой техники, одежды и др. товаров при незначительном физическом износе, массовый выпуск дорогой и высококачественной упаковки, выбрасываемой сразу после изъятия товара, массовое устаревание немодной сезонной одежды, влияние моды на производство товаров – эти явные издержки современного производства говорят о низкой экологичности многих потребностей.

Все развитые общества подчеркивают, что их целью является наиболее полное удовлетворение постоянно растущих потребностей людей. Между тем выделение оптимального круга потребностей, и тем более определение путей их экологизации с учетом ограниченности природно-ресурсного потенциала, пока отсутствует. Неудовлетворение потребностей или наличие больших препятствий на пути удовлетворения является источником многочисленных заболеваний, стрессов, неврозов.

Человек в городе удовлетворяет потребности; город, удовлетворяя потребности жителя, одновременно выбрасывает загрязнения в ОПС; загрязненная окружающая среда воздействует на жителя города. Экологизация потребностей жителя города – это достижение соответствия между потребностями и природно-ресурсным потенциалом города и региона, удовлетворение только экологических потребностей, которые не наносят ущерба ОПС и качеству жизни. Их удовлетворение не приводит к негативному воздействию на природу и человека, не вызывает сокращения природно-ресурсного потенциала и позволяет восстановить ОПС, повысить ее качество, помочь флоре и фауне.

Естественные или биологические потребности – это группа потребностей, обеспечивающих возможность физического существования человека в условиях комфортной среды (теплового, радиационного, электромагнитно-волнового, информационно-пространственного и природного комфорта), потребность в пространстве, в хорошем воздухе и хорошей воде, в полноценном сне, в защищенности от заболеваний, в продолжении рода, в наличии определенного жизненного и трудового индивидуального участка; к этим потребностям относят также сексуальную потребность.

Среди естественных потребностей – наличие подходящей, привычной для человека среды (положение в пространстве, близость

земли, отсутствие пыли, наличие лесов, полей, рек, степень подвижности и др.). Биологические потребности во многом должны обеспечиваться городом: жилище, комфортная среда, достаточное пространство, чистые воздух и вода, наличие индивидуального трудового участка.

Экологизация биологических потребностей связана с необходимостью создания чистой городской среды и поддержания хорошего состояния естественной и искусственной природы в городе. Город, удовлетворяющий биологические потребности жителя, – это экологичный город, где экологичны квартиры, здания, инженерные сооружения, городская техника; этот город пронизан сетью зеленых «коридоров», сообщающихся с многочисленными городскими парками и с естественными лесами за его пределами.

В экологичном городе поддерживается существование флоры и допустимой для города разнообразной фауны, в т.ч. и небольших мест «дикой» природной среды, характерной для этого ландшафта. Все жилые дома в таком городе имеют высоту до 2-5 этажей, чтобы не отрывать жителей от привычной природной среды (в окно видны деревья, слышны голоса птиц, шум листьев), от привычного физического поля Земли, состава и давления воздуха.

Известное выражение градостроителей «выше живешь – меньше живешь» подтверждает эту мысль. В экологичном городе, где много деревьев и мало загрязнений, воздух и вода очищаются природной средой.

Это высокая чистота и природный состав воздуха и воды, природный уровень и состав шумов, гармоничный внешний вид урбанизированных ландшафтов, достаточные площадь жилья, парков, водоемов, сеть транспорта, учреждений культуры и досуга, возможность доступа к любым точкам ландшафта. Не должно быть запретных мест, в т.ч., заборов, ограничивающих проход к лесу, пляжу и пр.

Город переуплотнен, он не обеспечивает не только визуального простора, взгляд упирается в фасады близко расположенных высоких зданий, но и обычной природной среды, которая вытеснена зданиями и асфальтом. Природная среда в городе должна быть доступна жителям. В Италии жители имеют право на свободный доступ к морскому пляжу в любом месте (сравните это с заборами у морского берега в России и в Крыму), а в США – такой же доступ и к берегам рек.

Интересна проблема потребности жителя города в биологическом пространственном комфорте. Имеются, очевидно, верхний и нижний пределы пространства, в котором человек чувствует себя комфортно.

Известны «стресс присутствия, переуплотненности» и «стресс отсутствия, сверхразреженности»: человек нуждается в определенном свободном «личном» пространстве и негативно воспринимает вторжение в это пространство других людей, и в то же время он нуждается в присутствии людей, негативно воспринимает одиночество.

Экологизация потребности в пространстве должна быть направлена на предоставление каждому жителю города экологически обоснованной территории, площади жилья и обязательной отдельной комнаты в квартире, а также и на недопущение переуплотненности транспортных средств, улиц, предприятий обслуживания, мест отдыха.

Экологизация потребности в продолжении рода, в размножении должна быть связана с ростом благосостояния, повышением экологичности мышления и добровольным самоограничением рождаемости, обусловленным демографической емкостью региона.

Физический комфорт (тепловой, радиационный, магнитноволновой, комфортная природная среда, отсутствие шума) обеспечивается экологичностью архитектурно-планировочных решений зданий: «теплые» стены, контроль качества материалов, озеленение и др.

Комфортная природная среда в городе может быть сформирована при наличии «зеленых коридоров», больших и малых озелененных территорий (парков, садов), занимающих не менее 50% территории города, в которых имеются участки «дикой» природы с проживающими на них мелкими животными, с естественными и искусственными водоемами.

Физические параметры комфортного места проживания и работы: температура помещения – 16-24°C, относительная влажность воздуха – 40-60%, воздухообмен – 34-22 м³/чел., освещенность – 500 люксов, тепловая радиация – 21-460 кКал×час/чел., шум 0-50 Дб, амплитуды вибрации до 0,2 мм. Эти параметры могут меняться в некоторых пределах в зависимости от региона проживания и вида трудовой деятельности.

Можно коснуться проблемы экологизации теплового и другого комфорта (снабжение теплом, водой, газом, электроэнергией). Она должна заключаться в максимальном сбережении ресурсов и энергии в домашнем хозяйстве при обеспечении нужной температуры воздуха, освещения и пр. В Москве и Санкт-Петербурге расходуется до 1000 л/сут воды на одного жителя, а в Европе – 150-160 л. Международная санитарно-гигиеническая норма составляет 235 л/сут, а в среднем по городам России – 400 л/сут.

Значение факторов риска для здоровья горожан, %,: образ жизни – 49-53 (курение, плохие жилищные условия, гиподинамия, стресс, чрезмерная урбанизация среды); ОПС – 17-20(загрязнения среды), генетика и биология человека – 18-20, здравоохранение – 8-10. К экологизации проблемы ресурсов и ресурсосбережению относится и проблема бытовых отходов.

Экономические потребности возникают при стремлении человека удовлетворить нужды, обеспечиваемые экономикой. К этим потребностям относят обеспеченность пищей, одеждой, постоянным жильем, предметами обихода, мебелью, транспортом, средствами труда, услугами, рекреацией, средствами и источниками информации в соответствии с нормами, средствами самовыражения.

Экологизация экономических потребностей повышает качество жизни в городе, качество ОПС и в итоге абсолютно положительна, как для отдельного жителя, так и для города в целом (известна истина: «то, что экологично, то в конечном итоге и экономично»).

Самая близкая человеку окружающая среда – это его одежда и жилище. Еще в 1624 г. в книге «Основы архитектуры» Г. Уоттон писал: «У каждого человека должен быть Дом и Жилище, которое может служить Театром его гостеприимства, Местом для услаждения его самого, Источником удобства в его частной жизни, лучшим и значительнейшим из того, что унаследуют его дети, в общем, Дом – это своего рода отдельное Княжество». Дом и все его внутреннее убранство должны отвечать всем принципам экологичности.

Плохое жилище формирует этически и эстетически уродливого человека. К. Лоренц писал: «Во всех пригородах цивилизованных городов возникают сотни тысяч массовых жилищ, отличных лишь адресами и не заслуживающих названия "дом". У людей, вынужденных жить в таких нагромождениях стоял для "человеческого скота", неизбежно атрофируется и эстетическое, и этическое чувства.

Это особенно важно, если вспомнить, что 75-90% времени человек проводит в помещении. В связи с постоянным ростом видов новых материалов, бытовых приборов и услуг внутренняя среда в помещениях становится все более неэкологичной, опасной для человека.

Новым вредным воздействием стал «электронный смог» – электромагнитные поля, не экранируемые стенами зданий и вызывающие недомогания, нарушения сна, неврозы, экземы. Источниками этих полей могут быть расположенные недалеко от зданий линии электропередач и другие внешние источники, электронные приборы, заполнившие современные квартиры. Синтетические отделочные материалы могут накапливать статическое электричество и оказывать вредное воздействие на человека.

Ландшафтное озеленение интерьеров может быть, как в Японии и Англии, похожим на природные ландшафты, и призвано вызывать соответствующие ассоциации. Существуют и признанные во всем мире «зимние сады» – специальные озелененные помещения, создаваемые архитекторами и садоводами, с водоемами, фонтанами, зеленью, камнями, элементами малой архитектуры, освещением.

Зимний сад Г. Потемкина в Таврическом Дворце был описан Г.Р. Державиным в 1791 г.: "С первого взгляда усомнишься и поразмыслишь, что сие есть действие очарования или, по крайней мере, живописи и оптики; но, приступив ближе, увидишь живые лавры, мирты и другие благоуханнейших климатов дерева, другие плодами обремененные. Под мирною тению их инде как бархат стелется дерн зеленый, там цветы пестреют, здесь излучистые песчаные дороги

пролегают... Плавает дух в удовольствии".

В истории известна невероятная по тяжести последствий ошибка с применением пестицида ДДТ, за создание которого была присуждена Нобелевская премия. Именно с ДДТ в свое время связывалась «зеленая революция» и прогресс в сельском хозяйстве. Примером того, что человек не учится на собственных ошибках, является дальнейшая разработка и широкое применение различных химических средств защиты растений.

Поэтому проблема употребления жителем города только экологически чистой пищи невероятно сложна, т.к. во всем мире принято использование различных пестицидов для борьбы с вредителями растений. Во многих упаковочных материалах содержатся вредные вещества, которые со временем переходят в пищу.

В соответствии с теорией естественной биологической регуляции ОПС всего несколько стран на Земле, сохранивших значительную часть своей природы в нетронutom состоянии, вносят решающий вклад в ее стабилизацию. Это – Россия, Канада (северное полушарие), Бразилия и Австралия (южное полушарие). Очень развитые страны не вносят никакого вклада, и даже отрицательно влияют на стабилизацию природы Земли, т.к. ОПС в этих странах разрушена (в Японии, ФРГ, Нидерландах вообще нет естественных природных территорий, в США доля естественных территорий составляет всего около 4%).

Экологизация трудовых потребностей может ускорить экологизацию города, если в городе широко распространять информацию о загрязнениях и их опасности, вводить экологичные технологии на предприятиях, использовать международные экологические стандарты для охраны ОПС, создавать структуры (банки, фонды, корпорации) для применения и поддержки только экологичных технологий.

С точки зрения экологизации трудовых потребностей все военные отрасли неэкологичны и должны постоянно сокращаться. Но процесс исключения военных отраслей может стать реальным только при всеобщей экологизации мышления и одновременном принятии решения о глобальном прекращении производства средств массового поражения.

Социальные потребности – это огромный круг потребностей, связанных с гарантией гражданских свобод, уверенностью в завтрашнем дне, свободой познания и самовыражения, чувством нужности обществу, возможностью образования социальных групп для свободного общения.

На Конференции «Habitat-II» Всемирный банк объявил о своем решении выделить на ближайшие 3 года большую сумму на финансирование программ устойчивого развития мест расселения, и на возведение эталонного (экологичного) города XXI в. Согласно данным, опубликованным на этой Конференции, более 60% городского населения в мире – это беднота, около 40% не имеют надлежащих санитарных условий и чистой питьевой воды, более 30% не имеют нормального жилья.

Как провозгласила Конференция, основная цель на ближайшие годы – регулирование урбанизации, улучшение городской среды, превращение всех мест расселения в благоприятные для здоровья человека, безопасные и устойчиво развивающиеся города.

Экологизация социальных потребностей предполагает наличие общественных гарантий достижения устойчивого развития и поддержания экологического равновесия и, как следствие, отсутствие у жителей страха перед будущим, перед грядущим социальным кризисом. Она подразумевает свободу познания и самовыражения в деле охраны ОПС, наличие экологической информационно-познавательной сферы, соответствие общественных норм идеалам экологичных взаимоотношений общества и природы. Необходимо принятие всеми странами общих норм равной доступности для всех жителей наиболее важных ресурсов, запасы которых ограничены.

1.2. Системы управления отходами в мировой практике

Твердые отходы разделяются на две неодинаковые группы: **промышленные отходы (ПО)** и **отходы потребления**. Под отходами производства подразумевают то, что образовалось в результате функционирования основных промышленных областей – добычи и обогащения полезных ископаемых, энергетики, металлургии, химии, машиностроения, деревообработки и целлюлозно-бумажного производства, легкой промышленности, строительной индустрии и т.п.

На эту группу приходится 90% объема твердых отходов. Остальные 10% составляют отходы потребления, по другой классификации называемые **твердыми бытовыми отходами (ТБО)**.

Подсчитано, что 1 т бытовых отходов соответствует 5 т промышленных отходов на стадии изготовления продукции и 20 т – на стадии получения первичных ресурсов из недр. Таким образом, увеличение объема бытовых отходов является первопричиной накопления ПО, следовательно, внимание надо сосредоточить прежде всего на них.

В настоящее время большинство промышленно-развитых зарубежных стран для целей контроля безопасности обращения с отходами используют утвержденные перечни опасных отходов. Такие перечни повсеместно используются в США, Германии, Франции, Швеции, Великобритании, странах Бенилюкса и др. В этих перечнях, как правило, приведены отходы, содержащие определенные опасные вещества и соединения. Отходы увязаны с источниками их образования (видами производств или отдельными технологиями).

Например, Агентством по охране окружающей среды США (EPA) еще в середине 80-х гг. XX в. был разработан федеральный список более 400 высокотоксичных химических соединений и веществ, которые могут

быть составляющими отходов, а также входить в состав продукции, которая со временем также превратится в отходы. Такой федеральный список постоянно пополняется с использованием методов итерации – дополнительная информация поступает как сверху от самого ЕРА и его специализированных научных учреждений и лабораторий, так и от штатов и промышленных предприятий, в производственном цикле которых могут возникать новые виды отходов.

Практическая реализация такого списка на уровне штатов и предприятий подкреплена такими документами (например, на уровне штата Вашингтон), как «Контрольный перечень для предприятий, имеющих вредные отходы», где на основе критериев токсичности, взрывоопасности, канцерогенности и др. показателей приведены списки опасных отходов, «Правила обращения с опасными отходами», для отдельных отраслей производства с практическими советами по обращению с разными видами отходов, «Предметный указатель», содержащий информацию о том, куда обратиться по вопросам, связанным с опасными отходами, «Справочник услуг», в котором перечислены предприятия по вывозу отходов, их переработке, специализированные лаборатории и др.

Объединенные в целостную систему федеральный список опасных отходов (ОпО) или токсичных веществ, могущих входить в состав ПО и пакет нормативных, рекомендательных и информационных документов, конкретизирующих и дифференцирующих их применение на уровне регионов и предприятий, доказали свою жизненность и эффективность, при наличии действенной системы контроля со стороны государственных органов и общественности.

Несмотря на отдельные расхождения в подходе к составлению таких перечней ОпО, к их структуре и выбору критериев для оценки степени их опасности, между списками опасных отходов, используемых в различных странах, есть много общего, что позволило реализовать принципиальную международную договоренность по тем характеристикам отходов, которые обуславливают их классификацию как опасных. На этой основе в 1989 г. была подписана, а затем и ратифицирована многими странами, в т.ч., Россией и Украиной, Базельская Конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением.

В соответствии с решением Базельской Конвенции **«опасными отходами»** ОпО, в т.ч. являющимися объектом трансграничной перевозки, считаются:

1. отходы, входящие в любую категорию, указанные в Приложении 1;
2. отходы, которые не охватываются пунктом а), но определены или считаются опасными в соответствии с внутренним

законодательством государства экспортера, импортера или транзитера.

В Приложении 1 Базельской Конвенции в смешанном порядке перечисляются типы продуцентов отходов или самих отходов, содержащих конкретные вещества (всего 45 позиций). Перечень отходов не систематизирован и в значительной мере носит случайный характер, система представления отходов нечеткая (например, в одной категории перечислены кислоты, щелочи и асбест, также в одной категории перечислены пигменты, чернила, краски, лаки, олифа и красители).

Очень многие типы производств, генерирующих ОпО, в перечень не попали, как и многие опасные металлы, органические вещества и соединения др. классов. Перечень отходов, указанных в Приложении 1 Базельской Конвенции, составлен без учета количественной оценки содержания опасных веществ в ОпО и др.

В 1992 г. была принята «Резолюция ОЭСР о трансграничных перемещениях ОпО, предназначенных для операций по регенерации», в соответствии с которой для определения мер контроля трансграничных перемещений отходов должна применяться система из трех уровней. Согласно этому в Резолюции представлены 3 вида списков (перечней) отходов, ранжированных по степени опасности:

- Зеленый список отходов;
- Янтарный (Желтый) список отходов;
- Красный список отходов.

Согласно Резолюции отходы из *Зеленого списка* должны перемещаться между странами-членами ОЭСР в соответствии со всеми мерами контроля, которые обычно применяются в торговых сделках. Зеленый список включает около 200 видов отходов, разбитых на 15 групп в соответствии с перечнем входящих в них токсичных компонентов, а также видом источника их образования.

Отходы, попавшие в *Желтый список*, контролируются при их трансграничных перемещениях в более жесткой форме, чем отходы, попавшие в Зеленый список. Желтый список отходов, разбитый на 4 группы отходов, в основном, в соответствии с перечнем содержащихся в них опасных компонентов, включает в себя около 80 видов опасных отходов.

Трансграничные перемещения таких отходов могут осуществляться только согласно условиям действительного письменного договора или серии договоров, или эквивалентных договоренностей между предприятиями, контролируемые одним и тем же юридическим лицом, начиная с уведомителя и кончая предприятием по регенерации.

В *Красный список* входят определенные виды отходов, которые даже при перемещении с достаточными мерами контроля должны подвергаться более жесткому контролю, чем предусматривается для Желтого списка

отходов. В случае их перемещения дополнительно к требованиям, предъявляемым к Желтому списку, импортирующая страна и любые страны транзита обязаны представить письменное согласие до начала трансграничного перемещения отходов Красного списка. Красный список отходов разбит на 3 группы и содержит 10 видов отходов, систематизированных, в основном, по принципу отнесения содержащихся в них опасных компонентов к определенному виду опасных органических или неорганических веществ.

Несмотря на то, что списки отходов, представленные в Приложении 1 к «Резолюции ОЭСР о трансграничных перемещениях опасных отходов, предназначенных для операций по регенерации» можно несомненно считать очередным шагом в развитии международной системы классификации ОпО, этим спискам также присущи многочисленные недостатки, не позволяющие использовать их как основу для разработки национальной системы классификации отходов, в особенности с целью использования такой классификации для управления отходами на государственном уровне.

К числу таких недостатков необходимо отнести:

- ограниченность номенклатуры ОпО;
- нечеткость и путаница в отнесении отходов по признаку их происхождения (источников репродуцирования);
- отсутствие классификационных признаков, характеризующих отходы по агрегатному состоянию;
- достаточно условное разделение отходов на категории по опасности, без учета их классификации по химическому составу и в особенности по количественным характеристикам содержания опасных компонентов;
- естественное отсутствие (учитывая цель создания документа) списков нетоксичных, но крупнотоннажных ПО, которые представляют тем не менее определенную опасность для ОПС и др.

Можно сделать заключение о том, что на Украине необходимо создание и в ближайшее время введение в действие Классификатора отходов, отвечающего международным требованиям в области оптимальных и безопасных методов обращения с отходами и даже в определенной степени превосходящего уровень этих требований. Очевидно, что на базе такого каталога отходов надо будет формировать тот перечень приоритетных видов отходов, обращение с которым станет основным предметом создаваемой государственной системы управления отходами.

Такой перечень отходов, выбранный на основе ранжирования по специальным критериям, подвергнутый экспертной оценке со стороны Минприроды Украины и его территориальных органов, региональных органов власти, отраслевых органов управления и научных организаций,

должен включать ограниченное число видов отходов, обращение с которыми на государственном уровне может быть в действительности оптимальным и эффективным.

Исходя из целей и задач создаваемой государственной системы управления ПО, основными критериями для включения в этот перечень могут быть:

- класс опасности ПО;
- объем образования и накопления ПО;
- уровень использования ПО в настоящее время;
- ресурсная ценность ПО;
- межотраслевой и межрегиональный характер образования и потребления ПО;
- опасность возникновения чрезвычайных ситуаций в местах размещения ПО;
- отсутствие (наличие) апробированных технологий переработки и обезвреживания отхода и др.

Система управления ОпО в США руководствуется несколькими Законами, более чем 1200 страницами нормативных документов ЕРА, множеством документов, касающихся политики. В большинстве штатов существуют санкционированные системы управления ОпО. Многие штаты ввели свою версию Федерального закона, соответствующую местной специфике и обстоятельствам. Основным Законом управления ОпО является Акт о сохранении и восстановлении ресурсов (RCRA).

RCRA вступил в силу в 1976 г. как поправка к Акту о размещении твердых отходов. RCRA был существенным образом изменен в 1984 г. введением Поправок, касающихся опасных и твердых отходов и ограничивающих размещение их открытым способом и др. изменениями.

Основой в определении ОпО является их сравнение с перечнем исключенных отходов. Если они входят в 4 перечня отходов, описанных ниже, или обладают любым из 4 свойств ОпО, то эти отходы считаются опасными. RCRA специально исключает некоторые отходы из перечня.

В нормативных документах RCRA указано, что отходы считаются опасными, если они не исключены из нормативных документов и отвечают любому из следующих условий:

- обладают любой из характеристик ОпО;
- входят в перечень ОпО;
- являются смешанными и содержат ОпО;
- являются результатом обработки, хранения или размещения ОпО.

ЕРА определило 4 характеристики ОпО. Любые твердые отходы, обладающие одной или несколькими из этих характеристик, относятся к числу опасных в соответствии с RCRA:

- воспламеняемость;
- едкость;

- химическая активность;
- токсичность.

ПЕРЕЧЕНЬ ИСКЛЮЧЕННЫХ ОТХОДОВ

- Жилищные стоки или любые другие отходы, проходящие через систему канализации в общественные очистные сооружения.
- Точечные источники промышленных стоков при наличии разрешений.
- Отработанные ирригационные воды.
- Исходные ядерные и побочные материалы, как указано в Акте по атомной энергии от 1954 г.
- Материалы, подвергшиеся воздействию в процессе добычи, не извлеченные из земли.
- Пульпа, восстанавливаемая в регенерирующих печах и используемая повторно до тех пор, когда использовать ее уже нельзя.
- Использованная серная кислота, из которой получают чистую серную кислоту до тех пор, когда использовать ее уже нельзя.
- Твердые отходы от выращивания сельскохозяйственных культур или животных, возвращаемые в почву в качестве удобрений.
- Сопутствующая порода горнодобывающей промышленности, возвращаемая в место добычи.
- Пепел, зола, шлаки и отходы от контроля выбросов горючего газа, производимые, преимущественно, при сжигании угля или другого топлива.
- Жидкости, используемые для бурения, выделяемая вода и другие отходы, связанные с разведыванием, разработкой или производством нефти, природного газа или геотермической энергии.
- Определенные хромсодержащие отходы, или содержащие трехвалентный хром, или производимые в процессе дубления кожи.
- Твердые отходы добычи, обогащения и обработки руд или минералов.
- Пыль от цементных печей.
- Древесные отходы, не прошедшие тест на ЕР-токсичность или TLCP на мышьяк.

ПО считаются опасными по причине воспламеняемости, если они обладают любой из следующих характеристик:

1. Нежидкие ПО, которые могут самовоспламеняться и гореть при нормальных условиях;
2. Окислитель в соответствии с определением, данным в нормативных документах Департамента транспорта США.

Твердые отходы считаются опасными по причине химической активности, если они обладают любой из следующих характеристик:

1. Нестабильны в обычных условиях и реагируют сильно без детонации;
2. Сильная реакция с водой;
3. Образуют взрывоопасную смесь с водой;

4. При смешивании с водой образуют токсичные газы;
5. Содержат цианиды и сульфиды и образуют токсичные газы при $pH=2-12$;
6. Способны к детонации, как определено в нормативных документах Департамента транспорта США.

Отходы являются токсичными, если в их состав входит хотя бы одно вещество, которое подвергается выщелачиванию на уровне или выше уровня, установленного нормативами EPA, при осуществлении процедуры TCLP, как описано в Методе 1311 (40 CFR, часть 261, приложение 11) EPA.

Вариант, когда отходы могут стать опасными: при включении их в один из 4-х перечней ОпО – конкретных химических веществ и промышленных процессов, определяющие ОпО. Это **F-, K-, P- и U-списки**:

- **F-список** содержит ОпО от **неспецифических** источников, т.е. отходы, образующиеся в результате различных технологических процессов.

Например, отработанные галогенсодержащие растворители, используемые для обезжиривания.

- **K-список** содержит ОпО от **специфических** источников, производимые в результате конкретных производственных процессов. Например, отстой, образуемый при очистке сточных вод в результате процесса консервации древесины с использованием креозота и/или пентахлорфенола.

- **Списки P и U** содержат ненужные химические товары, химические вещества, на которые отсутствует спецификация, осадок в резервуарах и осадок от пролитых материалов. Основное отличие между этими двумя списками – в нормативном количестве химических веществ.

- В список P входят весьма ТО, которые подлежат регулированию, если их количество, производимое в месяц или накопленное в течение любого времени, превышает 1 кг. Отходы, входящие в список U, подлежат регулированию, если они производятся в количестве, превышающем 25 кг/мес.

В соответствии с RCRA, имеются 3 категории производителей ОпО:

1. Производители большого количества отходов;
2. Производители малого количества отходов;
3. Условно освобожденные производители малого количества отходов.

Производители большого количества отходов – это предприятия, которые генерируют:

- более 1000 кг/мес. ОпО;
- более 1 кг/мес. особо опасных отходов.

Производители малого количества отходов – предприятия, генерирующие:

- более 100, но менее 1000 кг/мес. ОпО;
- накапливают менее 6000 кг за операцию;
- производят и накапливают менее 1 кг особо опасных отходов.

Если на производстве получают менее 100 кг ОпО или менее 1 кг/мес особо опасных отходов, производитель условно освобождается от большинства требований. Тем не менее, производитель должен определять отходы, накапливать менее 1000 кг за 1 раз, перерабатывать или размещать их на своей территории или обеспечивать отправку на разрешенное предприятие для переработки и размещения.

Поскольку RCRA является нормой на весь жизненный цикл ОпО, то если отходам присвоен статус опасных, избавиться от этого определения сложно. В настоящее время существуют 2 способа избавления от этого ярлыка. Если отходы считаются опасными в связи с какой-то их характеристикой, то в результате устранения этой характеристики отходы могут выйти из категории опасных. В соответствии с «правилом смеси», характеристика не может быть устранена в результате разбавления.

Правило «извлеченный из» также приводит к тому, что остатки от процесса переработки (например, зола от сжигания ОпО), по-прежнему считаются опасными. ОпО и продукты, полученные в процессе переработки отходов, входящие в список, могут быть исключены из Подзаголовка С в результате специальной процедуры исключения.

Процедура эта заключается в том, что компания должна подтвердить, что материал не является опасным, и направить просьбу в ЕРА об исключении этого материала из списка. Каждый такой случай рассматривается отдельно.

Законодательство Индии, действовавшее до 1986 г., не учитывало такие вопросы, как ОпО. Затем Правительство Индии ввело в действие *Акт об охране окружающей среды, 1986* (Акт №29), в параграфе 8 которого говорится, что «ни одно лицо не должно обращаться или быть вынужденным обращаться с любыми опасными веществами, кроме тех случаев, когда это делается в соответствии с процедурой и после выполнения мер предосторожности, которые могут быть для этого предписаны».

Правила по управлению и обращению с опасными отходами 1989 г. указывают области применения действий, касающихся ОпО, а также области, где эти действия не применяются. ОпО указаны в перечне, прилагаемом к правилам. В него входят 23 категории ОпО, а также количество отходов, производимых в течение 1 года, начиная с которого соответствующее предприятие должно отчитываться перед властями за обращение с ОпО.

Необходимо заполнить ряд специальных форм на сбор,

транспортировку, переработку, хранение и размещение опасных отходов. Эти мероприятия также должны быть санкционированы. Также существуют формы соответствующего образца для записей, касающихся обращения с опасными отходами на предприятии, и для представления отчетов местным органам власти о размещении ОпО. Также существуют специальные формы для сообщений об авариях и для уведомления о перемещении ОпО. Есть также форма и для их импорта.

В Индонезии производитель ПО отвечает за их классификацию, определяя, относятся ли отходы к одному из трех перечней опасных отходов или обладают любой из характеристик ОпО в соответствии с процедурой, оговоренной Агентством по охране ОПС Индонезии.

Отходы классифицируются как опасные, если они:

- входят в один из трех перечней;
- обладают одной из характеристик опасных отходов.

Отходы считаются **неопасными** только в том случае, если они не входят ни в один из трех списков или не обладают ни одной из характеристик опасных отходов. Отходы определяются как любые твердые, жидкие или газообразные материалы от промышленной или производственной деятельности, которые не могут быть далее использованы для любой другой деятельности безопасным образом.

Опасные отходы определяются:

- «как отходы, содержащие опасные и/или токсичные материалы, которые могут привести к прямому и/или косвенному ущербу;
- портить жизненные условия, загрязнять окружающую среду и/или представлять опасность здоровью населения».

Агентством по охране ОПС Индонезии выявило источники и характеристики опасных отходов и далее дало определение ОпО как любым отходам, включенным в любой из трех перечней, или обладающим любой из трех характеристик: взрывоопасности, едкости, химической активности, горючие жидкости, инфекционные, ядовитые и различные токсичные вещества.

За определение того, являются ли отходы опасными или неопасными, отвечает **производитель отходов**, и процедура заключается в следующем:

- выявление всех видов отходов, производимых на предприятии или на месте производства,
- выяснение, входят ли какие-либо из этих отходов в любой из трех перечней,
- проверка отходов, входящих в перечни или предположительно опасных, для выяснения того, обладают ли они какими-либо характерными свойствами,
- выделение всех опасных отходов и всех неопасных отходов.

Далее дано определение для каждого из трех перечней отходов.

- **Отходы от неспецифических источников:** отходы, производимые при использовании неспецифических химических веществ, указанных в перечне. Они являются результатом использования веществ, препятствующих коррозии, используемых для обезжиривания, очистки, удаления окалина, кислот, результатом очистки воды бойлеров, а также результатом использования других химических веществ для обслуживания обычного оборудования, которые становятся опасными отходами после того, как будут обработаны.
 - **Отходы от специфических источников** образуются в результате процессов на конкретных предприятиях или при определенной производственной деятельности, которые определены как источники ОпО.
 - **Ненужные химические товары, химические вещества,** на которые отсутствует спецификация, осадки в резервуарах и от пролитых материалов:
 - а) отходы, содержащие химические вещества, входящие в список ОпО;
 - б) эти химические вещества или продукты, осадок или материалы утечки классифицируются как ОпО, если они больше не используются, или не будут использоваться, или будут смешаны с другими материалами; или они были произведены для использования в качестве (или как составляющая часть) горючего, или были сожжены, как горючее;
 - в) любые химические товары или промежуточные продукты химического производства, включенные в перечни;
 - г) любые химические товары или производственные химические вещества без спецификации, включенные в перечни;
 - д) любой осадок, оставшийся в емкостях или во внутреннем слое, удаленном из емкостей, в которых содержались химические товары или промежуточные химические продукты производства, включенные в перечни;
 - е) любой осадок, загрязненная почва, вода или любой другой мусор как результат очистки почвы или воды от продуктов утечки, а также любые полуфабрикаты, включенные в перечни.
- Любые отходы, включенные в любой из трех перечней, классифицируются как опасные, независимо от их концентрации. В Индонезии были определены шесть характерных свойств, наличие которых делает отходы опасными:
- **Взрывоопасные:** отходы продуктов, предназначенных для промышленных взрывов или пиротехнических эффектов; способные к устойчивой химической реакции, могут выделять газ с температурой, давлением и скоростью, которые могут вызвать ущерб ОПС.

- **Воспламеняющиеся:** группа отходов, которые могут стать причиной пожара во время транспортировки, хранения или переработки. Воспламеняющиеся отходы могут классифицироваться с помощью установленного протокола (процедуры) ASTM.
- **Окислители:** ОпО, вызывающие или содействующие воспламенению других материалов, выделяя кислород или окисляющие вещества, независимо от того, воспламеняемы ли сами вещества.
- **Ядовитые (высокотоксичные):** ОпО, которые относятся к группе ТО или высокотоксичных, могут вызвать смерть, серьезные травмы или повредить здоровью человека при попадании внутрь (проглатывании), вдыхании или контакте с кожей. Эти свойства можно выявить с помощью тестов LD₅₀ или LC₅₀.
- **Инфекционные:** ОпО, содержащие живые микроорганизмы или их токсины, про которые известно или предполагается, что они могут вызвать заболевания животных или человека, в т.ч.:
 - любой части тела человека,
 - любой части трупа инфицированного животного,
 - неанатомические отходы, содержащие инфекцию заразной болезни.
- **Едкие:** ОпО с рН, превышающей установленные критерии, которые могут вызвать коррозию металлов, реагировать опасным образом с другими отходами или вызвать миграцию токсикантов из отходов.

Токсичные выщелачиваемые отходы: группа ПО, которые могут выщелачивать особо токсичные вещества в опасных концентрациях для окружающей среды в результате неправильного обращения. Такие вещества можно назвать «*выщелачиваемые токсичные*» вещества. Можно использовать дополнительные критерии для выявления опасных для здоровья человека и ОПС веществ, такие как, токсичность, биоаккумуляция или сохранение в ОПС.

1.3. Государственный учет отходов.

Организационно-экономические принципы и основные направления утилизации отходов

Стратегия вторичного использования ресурсов как элемент государственной политики в современных условиях ставит перед собой цели и задачи, которые обеспечат ускорение социально-экономического развития общества.

Опасные отходы – это отходы, содержащие вещества, обладающие одним из опасных свойств (взрывоопасность, огнеопасность, химическая

активность, коррозионная активность, токсичность, инфекционность, радиоактивность) и присутствующие **в таком количестве и в таком виде**, что отходы представляют непосредственную или потенциальную опасность для здоровья людей и/или ОПС самостоятельно или при вступлении в контакт с другими веществами либо с ОПС.

Семь основных свойств ОпО, которые определяют отход как опасный: *взрывоопасность, огнеопасность, химическая активность, коррозионная активность, токсичность, инфекционность, радиоактивность.*

Анализ зарубежных систем классификации показал, что значительная часть Европейских систем: Австрийская, Венгерская и др. – основаны на модификациях системы Германии. Предложенный на Федеральном уровне проект каталога ОпО России, по сути, представляет собой адаптированный вариант Австрийской системы. Важно отметить, что названные выше системы основаны на группировке ОпО по их природному происхождению.

На *рис. 1.2* изложены принципы государственного управления ОпО. Имеется множество систем для управления опасными отходами. Существует общепринятая иерархия способов управления ОпО. В ее основе:

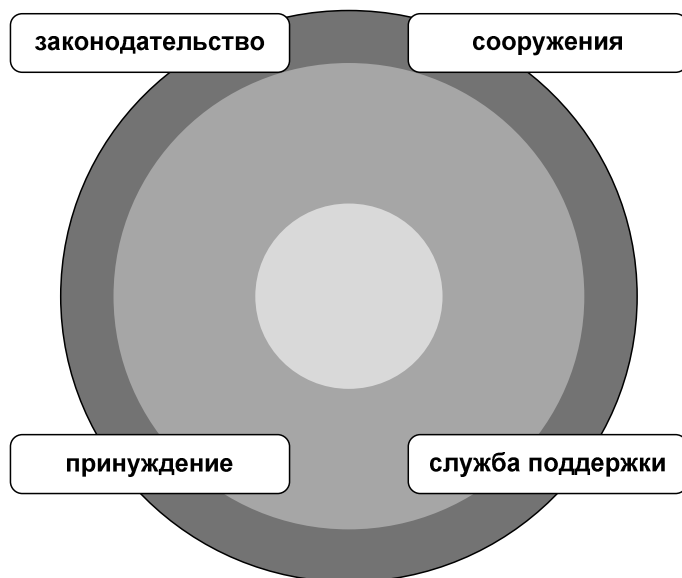


Рис. 1.2. Принципы управления опасными отходами

- Приоритетный способ – избежать производства ПО – на первом месте.
- Если производство ПО неизбежно, необходима минимизация как количества, так и степени опасности.
- Для того количества ПО, которое производится, предпочтительный способ – переработка (рециркуляция), восстановление или вторичное использование.

- Для ПО, которые производятся и не подлежат переработке, необходимо рассмотреть возможность обработки с целью удаления опасности (например, сжигание, нейтрализация), сокращения объема (например, осаждение тяжелых металлов) или превращения ПО в менее подвижную форму (например, отверждение).
- Только после рассмотрения возможности применения всех вышеперечисленных способов можно говорить о конечном размещении ПО, то есть захоронении.

ПО представляют собой мощный фактор воздействия на ОПС, и по этой причине в любых областях хозяйственной деятельности представляют собой самостоятельный объект экологической сертификации. Процедура экологической сертификации ПО осуществляется в Системе обязательной сертификации по экологическим требованиям (далее Системе), зарегистрированной в Госстандарте РФ за номером РОСС RU. 0001.01 ЭТОО в 1996 г., держателем которой выступает Госкомэкологии РФ.

В рамках Системы действует нормативный документ "Экологическая сертификация обращения с отходами", регламентирующий *объекты* экологической сертификации по обращению с ПО, *нормативную документацию*, на соответствие которой проводится сертификация видов деятельности по обращению с ПО, устанавливающий *процедуры и порядок* экологической сертификации.

В числе видов деятельности по обращению с ПО рассматриваются: размещение и хранение отходов, захоронение, транспортирование, утилизация, уничтожение. На *рис. 1.3* и *1.4* приведены схема обращения с отходами в Российской Федерации и система сбора, обработки и передачи информации об отходах на федеральный уровень. Классификация и обращение со смешанными отходами проводится по совокупности опасных свойств смеси. Обработка и размещение опасных отходов направлены на то, чтобы снизить или исключить вред, наносимый ОПС, здоровью населения, оборудованию или собственности.

Выбор метода обработки и размещения зависит от физических, химических и биологических свойств отходов. Для каждого их типа имеется несколько возможных способов размещения. Одним из путей уменьшения экологического риска, связанного с размещением ОпО, должно служить обязательное требование по обработке непосредственно на предприятии (стабилизации, обезвреживании и т.п.) высокоопасных (1 и 2 классов опасности) отходов перед захоронением.

Исторически, основы системы управления ОПС сложились в бывшем СССР к середине 90-х гг. XX в. Наряду со многими достоинствами системы – научной обоснованностью нормативов качества компонентов ОПС, нормированием выбросов сбросов и установлением лимитов на размещение отходов, экологическим лицензированием предприятий, загрязняющих ОПС, платностью природопользования и др.,

можно выделить негативные специфические черты существующей системы управления ее качеством в России, которые необходимо учитывать для реформирования этой системы:



Рис. 1.3. Схема обращения с отходами в Российской Федерации

Ведомственность. Ответственность за различные аспекты состояния окружающей среды возложена на различные ведомства и Государственные службы, что приводит к слабому взаимодействию этих служб и недостаточной координации природоохранной деятельности. В настоящее время проблемами охраны ОПС в России занимаются до 10 различных ведомств.

Неразвитость общественного сектора в структуре природоохранной деятельности страны. По данным Центра подготовки и реализации международных проектов технического содействия Российской Федерации сложившаяся ситуация в области образования, использования, обезвреживания, хранения и захоронения опасных отходов ведет к опасному загрязнению ОПС, нерациональному использованию природных ресурсов, значительному экономическому ущербу и представляет реальную угрозу здоровью современных и будущих поколений страны.

Ежегодно в РФ образуется около 7 млрд. т ПО, из которых используется лишь 2 млрд. т, или 28,6%. На территории страны в отвалах и хранилищах накоплено около 80 млрд. т только твердых отходов. Особую тревогу вызывает накопление в отвалах и свалках ТО, в т.ч. содержащих канцерогенные вещества, общее количество которых достигло 1,6 млрд. т.

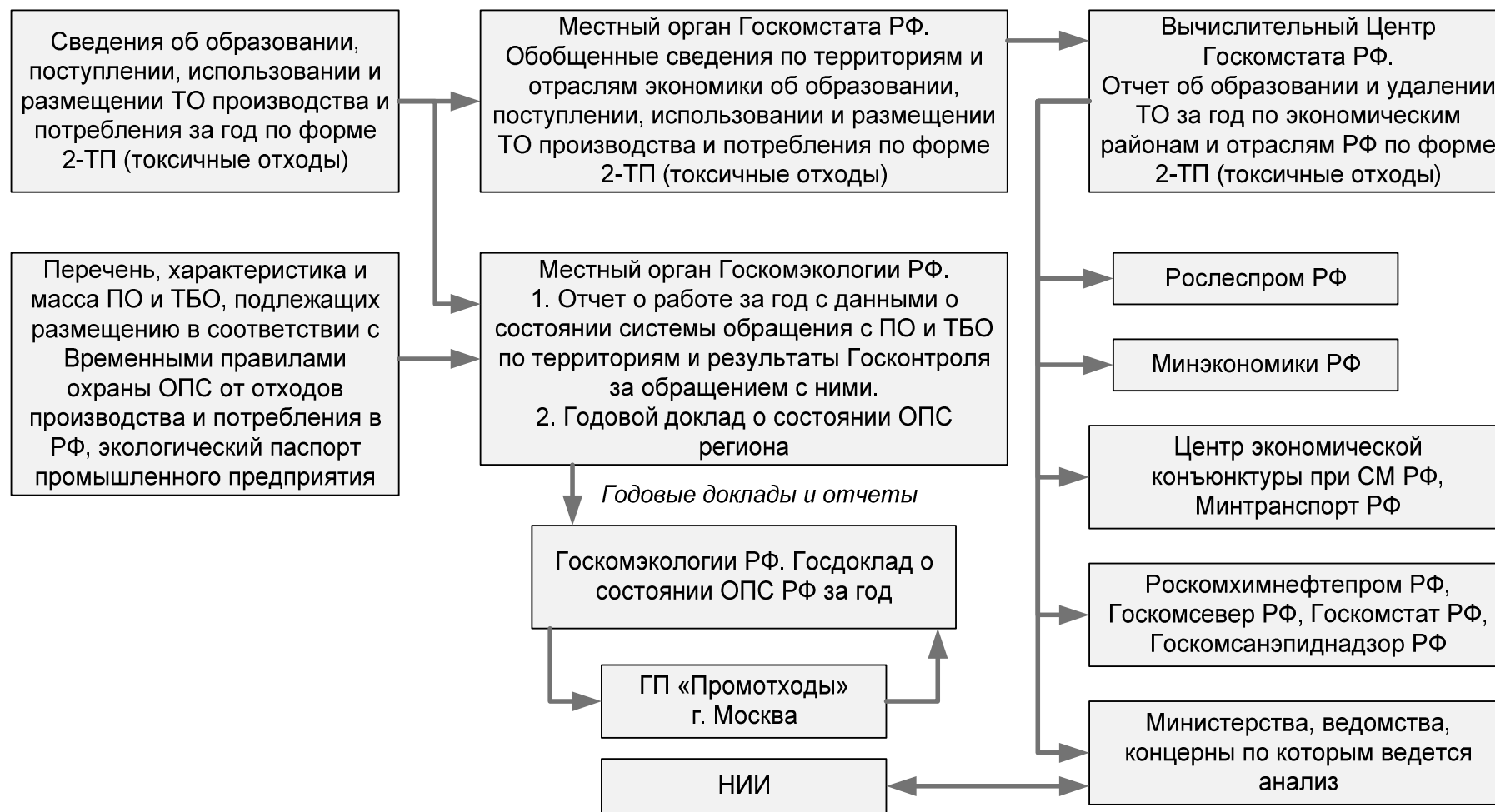


Рис. 1.4. Действующая в РФ система сбора, обработки и передачи информации об отходах на федеральный уровень

Под полигоны (свалки) ТБО ежегодно отчуждается около 10 тыс. га пригодных для использования земель, не считая площади земель, загрязняемых многочисленными несанкционированными свалками. Неиспользуемые ПО и ТБО – это миллиарды т выведенных из хозяйственного оборота безвозвратно теряемых материальных ресурсов, многими видами которых страна практически уже не располагает. До настоящего времени не завершена разработка эффективной государственной политики в сфере обращения с отходами.

Обострилась необходимость сочетания гибкости рыночной экономики, способной на быструю сырьевую переориентацию, с дальновидной государственной поддержкой, стимулирующей использование отходов и уменьшение их негативного воздействия на ОПС. Для реализации единой государственной политики в сфере обращения с отходами на всех уровнях управления требуется создание нормативной и технологической базы, обеспечение стабилизации, а в дальнейшем сокращения и ликвидации загрязнения ОПС отходами, экономия природных ресурсов за счет максимального вовлечения их в хозяйственный оборот.

На *рис. 1.5* и *1.6* приведены системы взаимодействия государственных организаций и предприятий в системе управления отходами на разных уровнях и взаимодействие государственных организаций и предприятий в системе управления отходами.

К числу задач, подлежащих решению для достижения указанных целей в условиях Украины, относятся:

- организация и обеспечение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок, направленных на создание перспективных ресурсосберегающих и малоотходных технологий, эффективных средств и методов переработки и обезвреживания отходов;
- создание системы управления обращением с отходами, построенной на основе организационно-управленческих, правовых, нормативных, экономических, информационных и контрольных регуляторов;
- реализация пилотных проектов по переработке и обезвреживанию отдельных видов отходов для последующего тиражирования как начальный этап крупномасштабного решения проблемы накопленных в стране отходов и технического перевооружения производства на основе ресурсосберегающих и малоотходных технологий.

В 60-80 гг. XX в. ПО и ТБО рассматривались в СССР, в основном, как источники вторичного сырья.

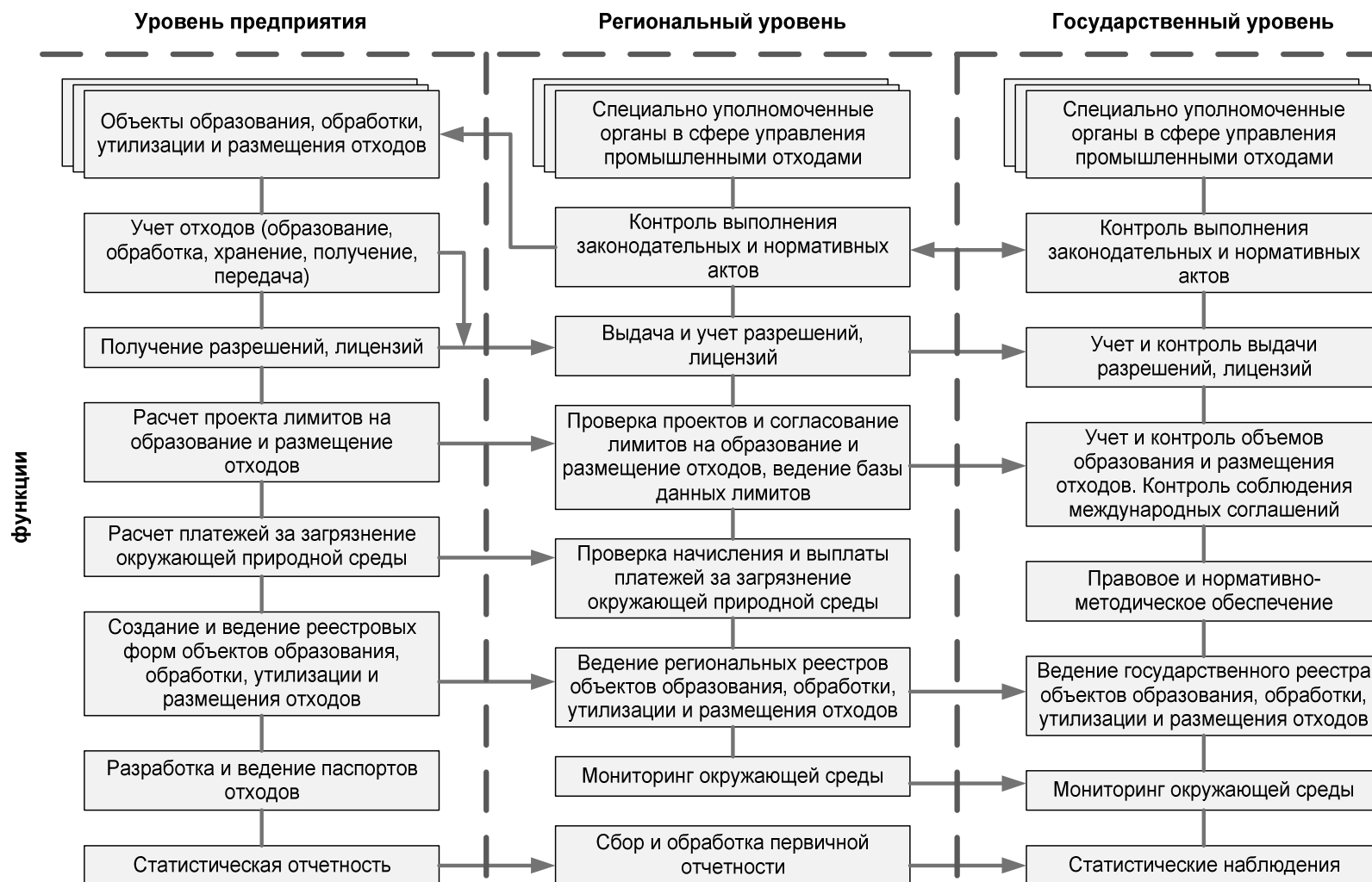


Рис. 1.5. Взаимодействие государственных организаций и предприятий в системе управления отходами на разных уровнях

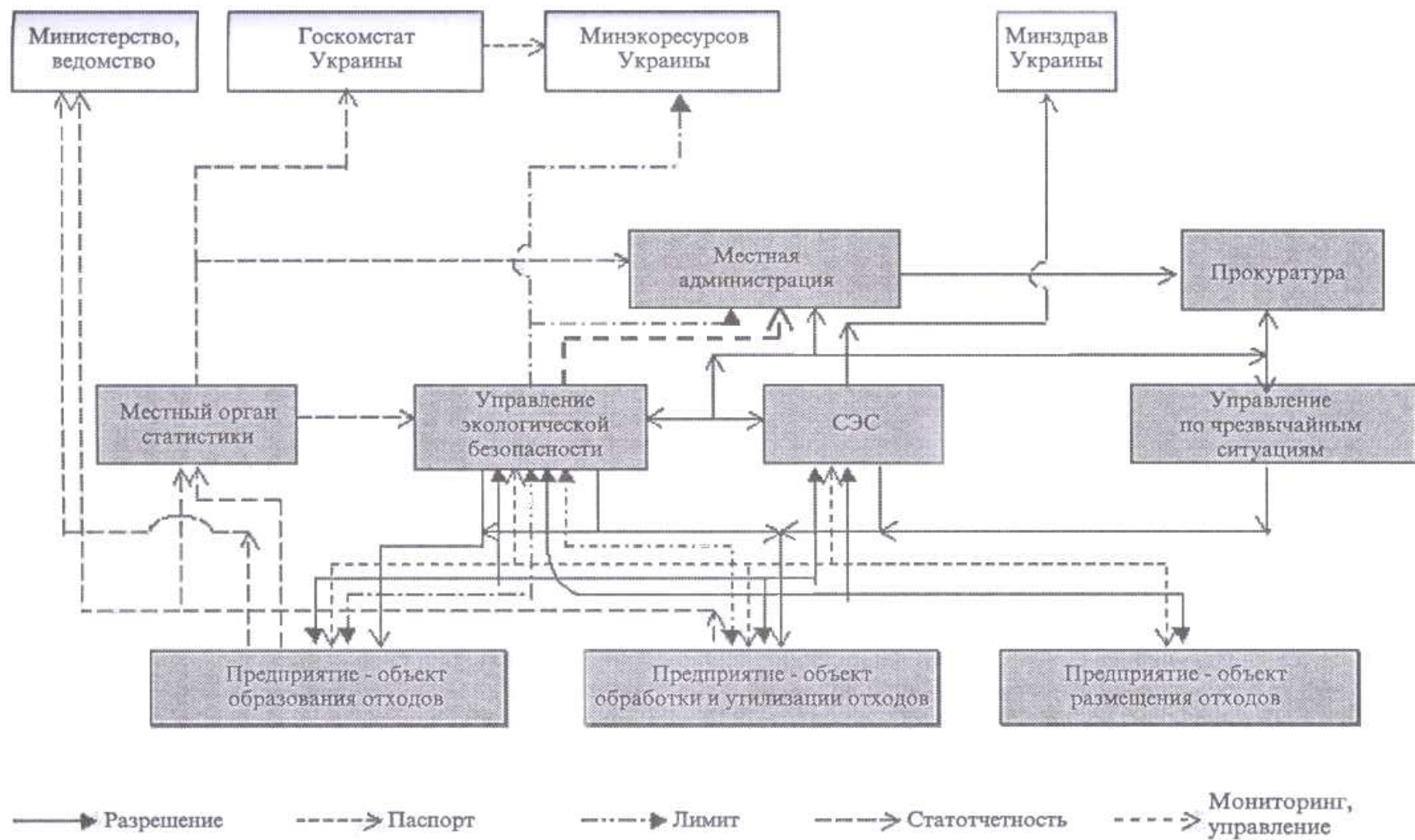


Рис. 1.6. Взаимодействие государственных организаций и предприятий в системе управления отходами

Плановые задания по заготовке и переработке вторичного сырья разрабатывались подразделениями вторичных ресурсов Госплана СССР, Госснаба СССР и отраслевых Министерств и ведомств.

Формами планирования, информационного обеспечения, сбора и переработки вторичного сырья являлись государственная статистическая отчетность и ежегодные отчеты предприятий по своей деятельности.

При проведении Госкомстатом СССР в 1990 г. инвентаризации ТО была введена форма 2-ТП (токсичные отходы). В соответствии с «Методическими указаниями для органов и учреждений санитарно-эпидемиологической службы по контролю за реализацией мероприятий, направленных на охрану ОПС от загрязнения твердыми и жидкими ТО», промышленные отходы РФ, в состав которых входят вредные вещества, при прямом или опосредованном контакте с организмом человека могущие вызвать заболевания или отклонения в состоянии здоровья в отдельные сроки жизни и в последующих поколениях и вызвать отрицательные изменения в объектах ОПС, относят к ТО.

В их число входят ТО, содержащие Be, Pb, Hg, As, Cr, P, Co, Cd, Ni, Sb и их соединения; гидриды Li, Na, K, B, Al; карбонилы Fe и Ni; металлоорганические и цианистые соединения; меркаптаны; хлорсиланы и продукты, загрязненные кремнийорганическими мономерами; отходы переработки Ti; металлического Li, Na, K, ядохимикаты, гальванические шламы, нефтеотходы, растворители, баллоны из-под химических веществ, не имеющие маркировок.

Опыт экономически развитых стран показывает, что эффективно работающая экологическая политика государства и успешные шаги по достижению устойчивого развития общества возможны при взаимодействии 3 составляющих, занимающих, различные позиции по отношению к проблемам защиты ОПС:

- промышленников (инициаторов экономической деятельности, инвесторов, индустриальных лобби и т.п.);
- государственных служащих (официальных лиц, ответственных за природоохранное регулирование и контроль качества ОПС);
- представителей заинтересованной общественности (неправительственные некоммерческие организации, зеленые, общественные движения и просто экологически активные граждане).

Эффективно работающая система управления ОпО, как правило, включает несколько взаимосвязанных компонентов (уровней):

- **Индустриальный** – предприятия и организации производители отходов, предприятия транспортировщики отходов, предприятия и сооружения по переработке и захоронению ОпО (полигоны, установки по сжиганию, стабилизации, обработке и т.п.).
- **Лабораторный** – система лабораторий, стандартов, методик по

анализу состава отходов, определению их опасных свойств, контролю состояния ОПС на территориях размещения ОпО.

- **Административный** – комитеты и ведомства, ответственные за контроль и регулирование деятельности по обращению с ОпО.
- **Нормативно-правовой** – регулирующая система контроля, цель которой обеспечить слежение за ОпО в течение всего их жизненного цикла – классификатор ОпО, система регистрации их производителей (включая лицензирование, нормирование и аудит отходов), система мониторинга перемещения ОпО, стандарты сооружений по их переработке и захоронению.
- **Информационный** – система сбора и обработки информации о количестве и качестве ОпО, их производстве, перемещении, размещении и состоянии ОПС на территориях их размещения. Процедуры обобщения и сортировки информации для принятия соответствующих управленческих решений на различных уровнях.
- **Политический** – система анализа информации об отходах и система процедур и принципов принятия управленческих решений с учетом актуальных долговременных экономических, индустриальных, общественных условий и особенностей ситуации в стране, области, районе.

Эта система состоит из ряда взаимосвязанных элементов, одним из которых является классификатор ОпО. В *табл. 1.7* представлены основные пользователи системы управления ОпО на региональном уровне.

Таблица 1.7

Пользователи системы управления ОпО

Управление	Администрация Области и районов, Таможенная инспекция, Транспортная инспекция, Комитеты охраны природы, ЦСЭН, Геолком, Госгортехнадзор, НИИ и проектные институты, организации занимающиеся программами по переработке техногенных образований.
Обращение	Предприятия и организации – производители ОпО, предприятия и организации занимающиеся их транспортировкой, переработкой, обезвреживанием и захоронением и др.
Влияние	Население, отдельные группы людей и организации.

С целью полного учета функционирующих, закрытых и законсервированных мест удаления отходов, их качественных и количественных характеристик, а также с целью осуществления оценки влияния отходов на ОПС и здоровье населения во исполнение ст. 28 Закона «Об отходах» определен «Порядок ведения реестра мест удаления отходов», утвержденный Постановлением КМУ №1216 от 03.08.98 г.

Реестр ведется на основании паспортов, которые после согласования с контролирующими органами, утверждаются в облгосадминистрациях. Паспорта составляются владельцами мест удаления отходов по материалам

их инвентаризации. Все свалки и полигоны ПО и ТБО должны быть паспортизированы и внесены в реестр.

С целью выявления и прогнозирования влияния отходов на ОПС, своевременного выявления негативных последствий, ст. 29 Закона «Об отходах» установлена обязанность производителей отходов и их владельцев, специально уполномоченных органов исполнительной власти в сфере охраны ОПС, осуществлять мониторинг мест их образования, хранения и удаления, являющийся составной частью единой системы государственного мониторинга ОПС.

Центральным является раздел VI, который устанавливает меры и требования по предупреждению либо уменьшению образования ОпО и экологически безопасному обращению с ними. Установлены общие требования к обращению с ОпО, регулированию деятельности, связанной с их сбором и заготовкой, как вторичного сырья, регулированию трансграничных перевозок.

В соответствии с Законом Украины «Об отходах» комплексной информационной базой государственной системы управления является государственный классификатор отходов ДК005-96.

На основе представляемой первичной информации должны формироваться, соответственно, местные, территориальные и базы данных по обращению с отходами, являющиеся составными частями государственного классификатора отходов. Степень детализации этой информации на каждом уровне может быть различной, в зависимости от компетенции органа управления и характера решаемых задач.

Максимальный уровень детализации информации требуется на местном и территориальном уровнях. При этом на территориальный уровень часть информации может передаваться в свернутой форме, отражая состояние обращения с отходами в разрезе отдельных административных единиц субъекта.

Скорректированный состав информационной базы данных ДК005-96 позволит проводить:

- количественную и качественную оценку ресурсов вторичного сырья, а также мест их размещения;
- оценку свободных резервов на объектах размещения отходов;
- оценку свободных мощностей по использованию/обезвреживанию отходов, а также направлений их использования;
- анализ причин накопления или захоронения отходов на объектах размещения;
- анализ целей приема/передач отходов между организациями-смежниками и потребителями;
- адресный контроль движения отходов и сопоставление объемов отправленных и принятых отходов и многое другое.

Перечисленные аналитические исследования могут быть

использованы для подготовки управленческих решений на всех уровнях иерархической системы управления отходами (табл. 1.8).

Таблица 1.8

Перечень основных нормативно-правовых документов Украины в сфере обращения с отходами производства и потребления

Категория документа	Название документа
ДК 005-96	Класифікатор відходів.
ДСТУ ISO 14001-97	Система управління навколишнім середовищем. Склад та опис елементів і настанови щодо їх застосування.
ДСТУ ISO 14004-97	Система управління навколишнім середовищем. Загальні настанови щодо принципів управління, систем та засобів забезпечення.
ДСТУ ISO 19011-2003	Настанови щодо здійснення аудитів систем управління якістю та навколишнім середовищем.
ДСТУ ISO 14020-2003	Екологічні маркування та декларації. Загальні принципи.
ДСТУ ISO 14021-2002	Екологічні маркування та декларації. Екологічні самодекларації (Екологічне маркування типу III).
ДСТУ ISO 14024-2002	Екологічні маркування та декларації. Екологічне маркування типу I. Принципи та методи.
ДСТУ ISO 14025-2002	Екологічні маркування та декларації. Екологічні декларації типу III.
РСТУ 1693-89	Изделия трикотажные из отходов производства. Общие ТУ
РСТУ 1772-83	Решетки-дробилки для очистных сооружений. ТУ
РСТУ 1978-87	Пластины из отходов искусственного меха. Общие ТУ.
РСТУ 1980-87	Наборы текстильных материалов из отходов производства. Общие ТУ.
РСТУ 2009-91	Белковые отходы шкур животных. ТУ.
ДСТУ 2034-92	Отходы древесные. Общие ТУ.
ДСТУ 2039-92	Угары льняные. ТУ.
ДСТУ 2102-92	Ресурси матеріальні вторинні. Терміни та визначення.
ДСТУ 2195-99 (ГОСТ 17.9.0.2-99)	Охрана природы. Поводження з відходами. Технічний паспорт відходу. Склад, вміст, виклад і правила внесення змін.
ДСТУ 2209-93	Борошно, побічні продукти і відходи. Терміни та визначення
ДСТУ 2250-93	Брухт, відходи дорогоцінних металів і сплавів. Терміни та визначення.
ДСТУ 2629-94	Крупи, побічні продукти і відходи. Терміни та визначення
ДСТУ 2731-94	Сировина полімерна вторинна. Порядок збирання, зберігання і перероблення відходів.
ДСТУ 2829.0-94– ДСТУ 2829.9-94	Брухт та відходи дорогоцінних металів і сплавів. Методи аналізу.
ДСТУ 2897-94	Брухт, відходи дорогоцінних металів і сплавів. Відбір, підготовка проб.
ДСТУ 2964-94	Брухт та відходи дорогоцінних металів і сплавів. Загальні ТУ.
ДСТУ 2996-95	Відходи промислові вовняні. ТУ.
ДСТУ 2997-95	Відходи промислові бавовняні. ТУ.
ДСТУ 3135.46-97 (ГОСТ 30345.46-97)	Безпека побутових та аналогічних електричних приладів. Додаткові вимоги до подрібнювачів харчових відходів
ДСТУ 3159-95	Ресурсозбереження. Нормування витрат зварювальних матеріалів. Загальні вимоги, методи визначення нормативів електрозварювання
ДСТУ 3211-95 (ГОСТ 1639-93)	Брухт і відходи кольорових металів і сплавів. Загальні технічні умови.
ДСТУ 3732-98	Преси гідравлічні пакетувальні для металевих відходів. Основні параметри та розміри
ДСТУ 3812-98	Охрана довкілля та раціональне поводження з ресурсами. Контроль оперативний стічних вод очисних споруд міст і промислових підприємств Загальні положення

Категория документа	Название документа
ДСТУ 3819-98	Паркет маломірний з відходів деревообробних виробництв. ТУ.
ДСТУ 3832-98	Охорона навколишнього середовища. Автоматизовані системи контролю стічних вод. Типи та основні вимоги
ДСанПіН 2.2.7.029-99	«Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення».
ДСТУ 3910-99 (ГОСТ 17.9.1.1-99)	Охорона природи. Поводження з відходами. Класифікація відходів. Порядок найменування відходів за генетичним принципом і віднесення їх до класифікаційних категорій.
ДСТУ 3911-99 (ГОСТ 17.9.0.1-99)	Охорона природи. Поводження з відходами. Виявлення відходів і подання інформаційних даних про відходи. Загальні вимоги.
ДБН А.2.2-1-2003	Проектування. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд.
ДСТУ Б А.1.1-26-94	Система стандартизації та нормування в будівництві. Відходи промисловості для будівельних виробів.
ДСТУ Б А.1.1-43-94	Система стандартизації та нормування в будівництві. Ресурсозбереження. Терміни та визначення
ДСТУ Б В.2.7-29-95	Будівельні матеріали. Дрібні заповнювачі природні, із відходів промисловості, штучні для будматеріалів, конструкцій та робіт.
ДСТУ Б В.2.7-33-01	Будівельні матеріали. Пісок кварцево-залізистий і тонкодисперсна фракція для будівельних робіт з відходів гірничо-збагачувальних комбінатів. ТУ.
ДСТУ Б В.2.7-34-2001	Будівельні матеріали. Щебінь для будівельних робіт із скельних гірських порід та відходів сухого магнітного збагачення залізистих кварцитів гірничо-збагачувальних комбінатів і шахт. ТУ.
ДСТУ Б В.2.7-39-95 (ГОСТ 5578-94)	Будівельні матеріали. Щебінь і пісок із шлаків чорної та кольорової металургії для бетонів. ТУ.
ДСТУ Б В.2.7-71-98 (ГОСТ 8269.0-97)	Будівельні матеріали. Щебінь і гравій із щільних гірських порід і відходів промислового виробництва для будівельних робіт. Методи фізико-механічних випробувань.
ДСТУ Б В.2.7-72-98 (ГОСТ 8269.1-97)	Будівельні матеріали. Щебінь і гравій із щільних гірських порід і відходів промислового виробництва для будівельних робіт. Методи хімічного аналізу.
ДСТУ Б В.2.7-74-98	Будматеріали. Крупні заповнювачі, із відходів промисловості, штучні для будматеріалів, виробів, конструкцій та робіт. Класифікація.
ДСТУ Б В.2.7-75-98	Будівельні матеріали. Щебінь та гравій щільні природні для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій та робіт.
ДСТУ Б В.2.7-102-2000	Будівельні матеріали. Щебінь і пісок декоративні із скельних гірських порід гірничо-збагачувальних комбінатів і шахт. ТУ.
ГОСТ 3.1603-91	Единая система технологической документации. Правила оформления документов на технологические процессы (операции) сбора и сдачи технологических отходов.
ГОСТ 4.115-84	СПКП. Сырье вторичное текстильное сортированное и отходы производства текстиля несортированные. Номенклатура показателей.
ГОСТ 12.1.048-85	ССБТ. Контроль радиационный при захоронении радиоактивных отходов. Номенклатура контролируемых параметров
ГОСТ 12.2.055-81	ССБТ. Оборудование для переработки лома и отходов черных и цветных металлов. Требования безопасности.
ГОСТ 12.3.030-83	ССБТ. Переработка пластических масс. Требования безопасности.
ГОСТ 17.1.3.05-82 (СТ СЭВ 3078-81)	Охрана природы. Гидросфера. Общие требования охраны поверхностных и подземных вод от загрязнения нефтью и нефтепродуктами
ГОСТ 17.1.3.11-84 (СТ СЭВ 4035-83)	Охрана природы. Гидросфера. Общие требования охраны поверхностных и подземных вод от загрязнения минеральными удобрениями

Категория документа	Название документа
ГОСТ 17.1.3.13-86 (СТ СЭВ 4468-84)	Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения
ГОСТ 17.2.1.01-76	Охрана природы. Атмосфера. Классификация выбросов по составу
ГОСТ 17.2.1.02-76 (СТ СЭВ 1365-78)	Охрана природы. Атмосфера. Выбросы двигателей автомобилей, тракторов, сельскохозяйственных и дорожных машин. Термины и определения
ГОСТ 17.2.1.04-77	Охрана природы. Атмосфера. Источники и метеорологические факторы загрязнения, промышленные выбросы. Термины и определения
ГОСТ 17.2.2.04-86	Охрана природы. Атмосфера. Двигатели газотурбинные самолетов гражданской авиации. Нормы и методы определения выбросов загрязняющих веществ
ГОСТ 17.2.3.02-78	Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями
ГОСТ 17.2.4.02-81	Охрана природы. Атмосфера. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ
ГОСТ 17.2.4.06-90	Охрана природы. Атмосфера. Методы определения скорости и расхода пылевых потоков, отходящих от стационарных источников загрязнения
ГОСТ 17.4.3.05-86 (СТ СЭВ 5297-85)	Охрана природы. Почвы. Требования к сточным водам и их осадкам для орошения и удобрения
ГОСТ 17.4.3.06-86 (СТ СЭВ 5301-85)	Охрана природы. Почвы. Общие требования к классификации почв по влиянию на них химических загрязняющих веществ
ГОСТ 1220-76	Отходы производства шерстяных и полушерстяных материалов сортированные. ТУ.
ГОСТ 1274-76	Отходы потребления шерстяных и полушерстяных материалов сортированные. ТУ.
ГОСТ 3152-79	Волокно хлопковое, линт хлопковый и отходы волокнистые хлопкозаводов. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение
ГОСТ 4643-75	Отходы потребления текстильные хлопчатобумажные сортированные.
ГОСТ 4644-75	Отходы производства хлопчатобумажных текстильных материалов сортированные. ТУ.
ГОСТ 6015-72	Отходы волокнистые хлопкозаводов. Технические условия.
ГОСТ 10376-77	Шерсть восстановленная из шерстяного и полушерстяного тряпья и обрезков. ТУ
ГОСТ 16327-88	Комплекты упаковочные транспортные для радиоактивных веществ. Общие ТУ.
ГОСТ 18734-80	Ножи для разрезки отходов. Конструкция и размеры
ГОСТ 18735-80	Ножи для разрезки отходов прямоугольные. Конструкция и размеры
ГОСТ 18978-73	Лом и отходы цветных металлов и сплавов. Термины и определения.
ГОСТ 22901-78	Комплекты упаковочные транспортные с отработавшими тепловыделяющими сборками ядерных реакторов. Типы и основные параметры.
ГОСТ 25461-82	Комплекты упаковочные транспортные с отработавшими тепловыделяющими сборками ядерных реакторов. Требования к методам расчета ядерной безопасности.
ГОСТ 25916-83	Ресурсы материальные вторичные. Термины и определения
ГОСТ 26013-83	Комплекты упаковочные транспортные для отработавших тепловыделяющих сборок ядерных реакторов. Общие технические требования.
ГОСТ 28053-89	Стружка цветных металлов и сплавов. Методы отбора, подготовки проб и методы испытаний
ГОСТ 28192-89	Отходы цветных металлов и сплавов. Методы отбора, подготовки проб и методы испытаний
ГОСТ 29114-91	Отходы радиоактивные. Метод измерения химической устойчивости отверженных радиоактивных отходов длительным выщелачиванием.

ТУ – технические условия.

Эти решения в первую очередь должны касаться вопросов организации (направления) потоков отходов на действующие объекты по их размещению, использованию или обезвреживанию, а также содействию инвестиций в строительство новых современных, соответствующих экологическим нормам и правилам установок по переработке отходов и объектов их размещения.

Строительство новых объектов по переработке, обезвреживанию и размещению ОпО должно осуществляться с использованием современных разработок, обеспечивающих как максимальный экономический эффект при использовании ПО, так и требования экологической безопасности объекта.

Номенклатура ПО весьма многообразна. Промышленные и сельскохозяйственные предприятия выпускают десятки тысяч видов продукции. При производстве каждого из них возникает несколько типов ПО. Например, комбинаты черной металлургии создают, по существу, только один вид основной продукции (сталь в виде слитков, изделий прокатных производств).

При этом в качестве ПО образуются отсеvy агломерата и окатышей, пыли, шламы газоочисток, шлаки доменного и сталеплавильных переделов, шламы первичных и вторичных отстойников прокатных цехов и др. В случаях, когда современный уровень развития производства делает экономически целесообразной переработку и/или утилизацию какого-либо ПО, для каждого из них предлагается несколько конкурентоспособных технологий.

Отсюда следует, что возможные методы переработки и утилизации ПО еще более многообразны, чем номенклатура последних. Данное обстоятельство делает актуальной задачу выявления общих черт методов и их отличий друг от друга, т.е. классификации способов переработки ПО. В общем виде их можно разделить на две группы.

Определенная часть ПО перерабатывается совместно с первичным сырьем по схемам и на оборудовании, предназначенном для этого сырья. Это использование металлолома в сталеплавильных агрегатах, металлургических шлаков и железосодержащих ПО в производстве портландцемента, получение товарной продукции из нефтешламов и т.д. Технологии переработки ПО, аналогичные применяемым для первичного сырья, относят к **индустриальным**.

Вторая группа включает способы, получившие преимущественное распространение в процессах специальной переработки вторичного сырья или защиты ОПС. Таковы, в частности, технологии восстановления первоначальных свойств загрязненных земель. Методы этой группы относят к **утилизационным**.

Для классификации утилизационных технологий может быть принято неограниченное количество признаков. Наиболее

фундаментальной является классификация по характеру превращений веществ, обеспечивающих переработку отходов. По этому признаку все процессы переработки и обезвреживания отходов можно разделить на физические, химические, физико-химические, биохимические и комбинированные.

В физических процессах изменяются лишь форма, размеры, агрегатное состояние и некоторые другие свойства отходов при сохранении качественного состава. Это процессы дробления и измельчения вскрышных пород, хвостов обогащения, шлаков и зол, при окомковании тонкодисперсных материалов, брикетирования рудной мелочи, строительных отходов, происходящие в магнитных и электрических методах сепарации смешанных отходов, сушки и испарения.

Химические процессы изменяют физические свойства исходного сырья и его качественный и количественный химический состав. Взаимодействие веществ в них осуществляется в стехиометрических соотношениях, определяемых уравнениями протекающих реакций. Важное место среди химических процессов занимают термические способы. Для ускорения обезвреживания ТО или их извлечения при термических превращений могут быть использованы катализаторы.

Термические методы предусматривают тепловую обработку отходов, которая приводит к изменению их первоначального состава. Виды термического воздействия: сжигание, газификация, пиролиз, нагревание в воздушной или восстановительной среде, в вакууме и т.д. Их используют для удаления и обезвреживания органических веществ, некоторых цветных металлов, термической стабилизации грунтов, сжигания строительных отходов и т.п.

Наибольшее распространение получили первые три метода. Их существенное отличие друг от друга заключается в составе атмосферы, в которой они реализуются. Сжигание горючих ПО проводят в окислительной атмосфере, газификацию – в частично окислительной, пиролиз – в неокислительной (без доступа воздуха). Окислительная, нейтральная, восстановительная атмосфера или ее отсутствие (вакуум) характерны также и для термических способов переработки негорючих отходов.

Сжигание – распространенный метод термической переработки отходов. Он реализуется при $T > 600^{\circ}\text{C}$ и относится к окислительным термическим процессам автогенного характера. При этом тепла, выделяющегося при окислении, достаточно для поддержания горения и дополнительного топлива для процесса не требуется.

Газификация – это индустриальная технология применяемая для переработки твердых и пастообразных ПО. Она широко используется в промышленной энергетике для получения горючих газов из бурого

высокозольного угля. Сущность газификации заключается в обработке угля или углеродсодержащего отхода при $T=600-1100^{\circ}\text{C}$ водяным паром, кислородом воздуха или диоксидом углерода.

В результате паровой, кислородной, углекислотной или комбинированной конверсии угля образуется равновесная смесь вновь образованных (водород, оксид углерода) и исходных газов. Эта смесь (генераторный газ, синтез-газ), включающая продукты неполного окисления угля оксиды углерода и водород, обладает восстановительным потенциалом и используется как газообразное топливо.

Пиролиз – это способ нагревания органических веществ до высоких температур без доступа воздуха. Он обеспечивает разложение высокомолекулярных соединений на жидкую и газообразную фракции, коксование твердой фазы и смолообразование. Его используют при сухой перегонке древесных отходов, переработке резинотехнических изделий, нефтепродуктов и др.

В зависимости от температуры реализации различают три вида пиролиза: низкотемпературный (полукоксование при $T=450-550^{\circ}\text{C}$); среднетемпературный (среднетемпературное коксование при $T=700-800^{\circ}\text{C}$); высокотемпературный (коксование при $T=900-1050^{\circ}\text{C}$). С повышением температуры снижается выход жидких продуктов и увеличивается выход газообразных.

Низкотемпературный пиролиз проводят для получения первичной смолы – наиболее ценного источника жидкого топлива и различных химических продуктов. Основная задача высокотемпературного пиролиза – получение высококачественного горючего газа. Твердый остаток (пиролизный кокс) используют в качестве сорбента при очистке питьевых и сточных вод, заменителя природных и синтетических углеродсодержащих материалов, и др. Кроме этого к химическим методам переработки отходов относят осаждение и комплексообразование. Они предусматривают добавление химических реагентов к нейтрализуемым отходам.

Методы осаждения основаны на обменных ионных реакциях, протекающих с образованием малорастворимых в воде веществ, выпадающих в виде осадков. Они особенно эффективны при нейтрализации нерадиоактивных тяжелых металлов (Cr, Pb, Hg, Cd) и радионуклидов в грунте. В почве после ее обработки фиксируется более 90% указанных элементов. Осаждение также применяют для очистки грунта от полихлорированных бифенилов, хлорированных и нитрированных углеводородов.

Технологии комплексообразования используют для связывания (иммобилизации) тяжелых металлов, полициклических и ароматических углеводородов, хлорорганики, нефте- и радиоактивных отходов. Комплексообразователями служат неорганические вяжущие типа

портландцемента, зольных, силикатов калия и натрия (жидкое стекло), извести, бентонита и др.

Физико-химические процессы образуют совокупность физических и химических превращений участвующих в переработке веществ. Значительное влияние на изменение свойств системы при протекании физико-химических процессов оказывают внешние условия – давление, температура, перемешивание и др. При этом могут существенно изменяться поверхностные, межфазные свойства, развиваются другие явления смешанного характера.

Физико-химические процессы в утилизационных способах образуют наиболее представительную группу методов, используемых для переработки и утилизации, обезвреживания промышленных и бытовых отходов. Это методы коагуляции и флокуляции, экстракции, сорбции, ионного обмена, флотации, ультрафиолетового излучения, радиационного воздействия и другие, подробно рассмотренные ранее.

Биохимические процессы представляют собой химические превращения, протекающие с участием субъектов живой природы, выполняющих роль биологического катализатора. Они основаны на способности различных штаммов микроорганизмов разлагать и/или усваивать многие органические соединения. Биохимические превращения составляют основу жизнедеятельности живых организмов растительного и животного мира.

Конечным продуктом этих превращений являются минеральные вещества. На использовании биохимических превращений построены многие технологии, например методы переработки сельскохозяйственной продукции, а также отходов с получением биогаза, биометаллургии, очистки сточных вод и др.

Современное состояние проблемы образования и накопления ПО на Украине

Для предотвращения негативного техногенного воздействия на экосистему вследствие возросшего уровня производительных сил перед общественностью государства стоит проблема обеспечения максимальной экологизации технологических процессов и создания малоотходных технологий за счет вовлечения в производственный цикл вторичных материальных и энергетических ресурсов.

Система Управления Окружающей Средой

Система Управления Окружающей Средой (СУОС) – это специализированная часть общей системы управления, которая в большей степени рассматривает вопросы, связанные с воздействием предприятия на ОПС. СУОС – это комплекс планов, стратегических установок, программ компании, ее организационная структура, распределение обязанностей,

процедуры и инструкции, которые помогают высшему руководству компании направлять производство и получать желаемый финансовый результат.

Другие специализированные системы управления, это, например, система финансового управления, система управления качеством, система охраны здоровья и безопасности на рабочем месте и т.д. Интеграция нескольких таких систем управления вполне возможна. Некоторые компании, которые уже внедрили систему управления качеством, интегрируют в нее систему управления ОПС.

Многие компании также интегрируют систему управления ОПС с системой управления качеством, системой управления безопасностью и системой управления охраной здоровья на рабочих местах. Однако рекомендуется не внедрять и объединять все эти системы одновременно, а использовать поэтапный подход.

Система управления ОПС состоит из следующих элементов:

1.1. Декларация экологической политики высшим руководством;

1.2. Планирование, инвентаризация экологических аспектов деятельности, продукции и услуг предприятия, инвентаризация всех соответствующих законодательных и других требований, целевые и плановые экологические показатели для всех соответствующих должностных лиц и уровней программа управления ОПС;

1.3. Внедрение и функционирование, роли, обязанности и полномочия для внедрения эффективного управления окружающей средой; обучающие программы для повышения и улучшения осведомленности и компетентности; процесс внутренних и внешних коммуникационных связей; документация, описывающая систему управления ОПС; процедуры для контроля требуемой документации процедуры контроля операций; подготовленность к аварийным ситуациям и реагирование на них;

1.4. Проведение проверок и корректирующие действия процедуры мониторинга и измерений; процедуры несоответствия и корректирующих и предупреждающих действий; процедуры идентификации, ведения и размещения зарегистрированных данных об ОПС; проверка всех систем управления ею с помощью аудита;

1.5. Анализ со стороны высшего руководства организации.

Внедрение системы управления ОПС внутри компании требует тщательной подготовки и планирования. Каждый рабочий должен быть проинформирован о намерениях директора и о плане внедрения.

Системы управления ОПС лучше всего реализовывать по плану, шаг за шагом. Для осуществления поэтапного плана на предприятии должна быть сформирована рабочая группа. Предполагается, что за проведение этапов будет отвечать линейное руководство предприятия, оно будет докладывать высшему руководству о достижениях и задержках. В первую

очередь рабочая группа должна в общих чертах проинформировать рабочий персонал о целях и масштабе проекта по введению системы управления ОПС.

Причины для введения Системы Управления Окружающей Средой

- Управление ОПС способствует снижению производственных и эксплуатационных расходов. Теряется меньше сырья, производится меньше отходов, потребляется меньше энергии, образуется меньше разливов и утечек, которые вызывают коррозию и увеличивают расходы на очистку.
- При налаженной системе управления ОПС легче выполнять государственные экологические требования и показать, что компания работает в соответствии с выданными ей экологическими разрешениями.
- Банки охотнее инвестируют в предприятия с хорошо функционирующей системой управления ОПС, т.к. это снижает для них риски, и в целом, это знак хорошего менеджмента.
- Управление ОПС с максимальной возможностью предотвращает экологические катастрофы на предприятии, которые могут привести к финансовому банкротству за считанные секунды. Существенно снижаются затраты на страхование экологических рисков.
- Некоторые клиенты хотят иметь дело только с компаниями, в которых есть система управления ОПС.
- Компании с хорошо работающей системой управления ОПС имеют лучший имидж у общественности, что помогает ей существовать дольше.
- Компании активнее работают на мировом рынке, где они сталкиваются с международными экологическими требованиями.
- Предприятие с системой управления ОПС, признанной на международном уровне, более конкурентоспособно на рынке. В России и ряде западных стран правительства стимулируют организацию управления ОПС через снижение налогов на инвестиции в природоохранную деятельность. Если на предприятии действует система управления ОПС, то руководство может без труда контролировать, работает ли производство в соответствии с поставленными задачами.
- Технические аспекты системы создают больше возможностей для увеличения надежности оборудования, внедрения природоохранных технологий, что сократит количество выбросов, потребление энергии, потерю сырья. Во многих случаях проведение таких мероприятий позволит экономить финансовые средства. Инвестирование в природоохранные технологии,

которые часто требуют больших вложений, можно планировать на несколько лет вперед.

Организационные и административные аспекты проясняют рабочие процедуры и распределение обязанностей, гарантируют правильное исполнение каждым рабочим заданий, связанных с охраной ОПС. При этом предприятиям гораздо легче отчитаться перед государственными организациями в том, что компания работает в соответствии с экологическим законодательством и условиями регламентов.

Наличие такой системы подтверждает, что компания хорошо контролирует свою деятельность и роль госинспекций сводится к контролированию контролеров. Это делает компании более гибкими в выполнении требований государственных органов, потому что роль правительства ограничивается постановкой целей, нормативов и стандартов, в то время как компаниям предоставляется свобода в выборе средств и технологий для достижения этих целей и нормативов.

- Особый интерес для деятельности специализированных и общественных организаций представляет *«Кодекс экологической этики инженеров-технологов»*, разработанный Всемирной Федерацией инженерных организаций.
- **Заповеди кодекса** – это «клятва Гиппократ» для инженеров и специалистов, берущихся за разработку и реализацию программ по экологизации промышленности и всей экономики, за развитие просветительской природоохранной деятельности.
 1. В полной мере используя свои способности, проявляя смелость духа, энтузиазм и самоотдачу, добивайтесь наивысших технологических результатов, которые будут способствовать развитию человечества.
 2. Добивайтесь конечной цели вашей работы при наименьшем потреблении ресурсов и энергии, при минимизации отходов производства и каких-либо загрязнений.
 3. Особое внимание уделяйте осмыслению результатов ваших предложений и действий: целенаправленных и случайных, эпизодических и долгосрочных, учитывая при этом их воздействие на здоровье людей, сохранение социальной справедливости и принятой системы ценностей.
 4. Тщательно изучайте окружающую природную среду, на которую будет направлено влияние, анализируйте изменения, которые могут произойти в экосистемах, выбирайте оптимальное решение с экологической точки зрения.
 5. Способствуйте внедрению мероприятий для восстановления и, если возможно, улучшения состояния окружающей природной среды. Вносите эти мероприятия в ваши разработки.

6. Отбрасывайте любые предложения, которые приносят вред природе, принимайте наилучшие социальные и политические решения.
7. Помните, что принципы взаимозависимости экосистем, сохранения ресурсов и взаимной гармонии являются основой нашего дальнейшего существования, они – черта, которую переступать нельзя.

ЛИТЕРАТУРА К РАЗДЕЛУ 1

1. Данилишин Б.М., Дорогунцов С.И., Мищенко В.С. и др. Природно-ресурсный потенциал стало́го розвитку України. – К.: РВПСУ, НАНУ, 1999. 716 с.
2. Варламов Г.Б., Любчик Г.М., Маляренко В.А. Теплоенергетичні установки та екологічні аспекти виробництва енергії. – К.: Політехніка. 2003. 228 с.
3. Касимов А.М., Семенов В.Т., Романовский А.А. Промышленные отходы. Проблемы и решения. Технологии и оборудование. – Х.: ХНАГХ. 2007. 411 с.
4. Касимов А.М., Семенов В.Т., Александров А.Н.. Твердые бытовые отходы. Проблемы и решения. Технологии и оборудование. – Харьков: ХНАГХ, 2006. 338 с.
5. Шайкин А.В. Рабочий план подкомпонента "Создание и демонстрация регулирующей системы управления опасными отходами на региональном уровне".
6. Куруленко С.С., Бородай Г.И.. Состояние обращения с отходами в Донецкой области. Украинский научно-практич. «Регион: проблемы и перспективы», 2002, С. 20-23.
7. Шевченко О.А. Экологические аспекты загрязнения подземных вод Донецкой области//Тез. докл. Междунар. научн-практ. конф. «Экологические аспекты загрязнения окружающей среды». Ч.2. – К.: Общество „Знание”. 1996. – С.88-89.
8. Цыганков В.Н., Антимопова Н.Г. Оценка техногенно-экологической опасности накопителей промтоходов, размещенных на побережье Азовского моря//Сб. научн. тр. XIII междунар. научно-техн. конф. «Экология и здоровье человека. Охрана водного бассейна. Утилизация отходов». Том 1. – Х.: УкрВОДГЕО. 2005. С. 157-163.
9. Касимов А.М., Романовский А.А. Мероприятия по снижению степени отрицательного воздействия на ОПС шламонакопителей промышленных предприятий//Вісн. міжнар. Словянськ. універс. – Х.: Сер.”Техн. науки”. Т.У11, 2004, №1, С.37-40.

10. Атабекян Т.В., Еременко Г.К. Формы нахождения токсичных металлов в загрязненных почвах Донецко-Макеевской и промышленно-городской агломерации // Экологические аспекты загрязнения окружающей среды. Тез. докл. Международн. научн-практ. конфер. – К.: 1996. Ч.2. С.24-25.
11. Касимов А.М., Романовский А.А. Изучение основных свойств экологически опасных отвалов металлургических заводов//Вестник НТУ «ХПИ». – 2004. – №47. – С. 9-13.
12. Савосько В.Н., Горбань Т.В., Гапон В.А. Некоторые биологические подходы к нормированию содержания тяжелых металлов в почве металлургических регионов. Там же, С. 210-211.
13. Касимов А.М., Романовский А.А. Пути сокращения ущерба окружающей среде при размещении шламонакопителей промышленных предприятий//36.наук. пр. „Проблеми охорони навколишнього середовища та екологічної безпеки”. – Х.: Факт, 2004, С.237-244.
14. Касимов А.М., Джафаров В.Ю., Носова А.В. Воздействие накопителей промышленных отходов на окружающую среду//Людина і довкілля. Проблеми неоекології. Вип. 5. 2004. С. 64-67.
15. Лотош В.Е. Технология основных производств в природопользовании. – Екатеринбург: Изд-во Ур. гос. эконом, ун-та, 1998. 536 с.
16. Лотош В.Е. Экология природопользования. Изд-во Уральского гос. эконом. ун-та, 2000. 510 с.
17. Тетянчук Н.С. Перспектива развития минерально-сырьевой базы редких и редкоземельных металлов Донецкой области//Редкие металлы Украины – взгляд в будущее. – К.: ИГН НАНУ, – 2001. С. 92-93.
18. Горовой А.Ф., Горовая Н.А. Твердые промышленные отходы Донбасса – нетрадиционный источник минерального сырья//Тез. докл. II Междунар. конфер. „Сотрудничество для решения проблемы отходов”.- Х.: ИД „ИНЖЭК”, 2005, С.142-146.
19. Касимов А.М., Александров А.Н. Эколого-экономическая оценка эффективности освоения техногенных месторождений ценных элементов//Тр. X Международной научно-технич. конференции «Экология и здоровье человека. Охрана водного и воздушного бассейнов. Утилизация отходов», Щелкино, АР Крым. УкрГНТЦ «Энергосталь». 2002. С. 507-510.
20. Касимов А.М., Романовский А.А. Шламонакопители металлургических заводов – техногенная минерально-сырьевая база тяжелых металлов//Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2004. – №4 (10). С. 142- 149.

- 21.Касимов А.М. Терриконы и шламонакопители промышленных отходов – сырьевая база редких металлов//Зб. наук. стат «Екологічна безпека: проблеми та шляхи вирішення. Міжнар. наук.-практ. конфер. Алушта. Том II. – Х.: УкрНДІЕП, 2005. С. 35-42.
- 22.Касимов А.М., Леонова О.Е., Коваленко А.М. Перспективы развития минерально-сырьевой базы редких и рассеянных элементов на основе отходов горно-металлургического комплекса.//Сб. научн. стат. Междунар. научно-практич. конфер. «Обращение с отходами – проблемы и решения XXI века». – Одесса: «Экспоцентр-Одесса», 2005. С. 112-119.
- 23.Касимов А.М. Отходы горно-металлургического комплекса – потенциальная сырьевая база развития производства редких и тяжелых металлов. Восточно-Европейский журнал передовых технологий, №4/2(16), 2005. С. 147-150.
- 24.Россман Г.И., Петрова Н.В., Самсонов Б.Г. Экологическая оценка рудных месторождений. – М.: РАН. 2000. 338 с.
- 25.Касимов А.М., Кузин А.К., Кирюхин А.М. Концепция обращения с отходами в бассейне Северского Донца Украинский научно-практический журнал «Регион: проблемы и перспективы». Спецвыпуск. 2002, С. 2-13.

РАЗДЕЛ 2 ОСОБО ОПАСНЫЕ ОТХОДЫ

2.1. Оценка опасности и токсичности. Современные методы аналитического контроля и идентификации отходов, их классификация. Перспективные процессы переработки, хранения, обезвреживания и захоронения.

В соответствии с понятием «опасный отход» к таковым нужно относить вещества, материалы, оборудование и т.д., которые при основном производстве, стихийных бедствиях или техногенных авариях оказались загрязненными токсическими компонентами в опасных концентрациях, что сделало их непригодными и опасными для использования.

Сравнительно недавно в массиве загрязняющих веществ стали выделять понятие **суперэкоотоксиканты** – вещества, которые в малых дозах способны оказывать выраженное индуцирующее или ингибирующее действие на ферменты. В их число входят диоксины и дибензофураны, полихлорированные и полибромированные бифенилы, бензантрацены, нитрозамины, нафтиламины и другие органические вещества.

К разряду суперэкоотоксикантов часто относят радионуклиды, некоторые тяжелые металлы (ртуть, кадмий) и металлоиды (мышьяк, селен), хлор- и фосфорорганические соединения (в т.ч. пестициды), являющиеся мутагенами и канцерогенами (веществами, вызывающими мутации и онкологические заболевания) и др.

Суперэкоотоксиканты характеризуются чрезвычайной стойкостью в окружающей среде и практическим отсутствием предела токсичности (сверхкумуляцией). В тех или иных концентрациях они присутствуют во всех средах, циркулируют в них и через компоненты ОПС проявляют свое действие на человека, вызывая мутагенный, канцерогенный эффекты, подавляя клеточный иммунитет, поражая внутренние органы и приводя к истощению организма.

Осуществление мониторинга суперэкоотоксикантов, оценка загрязнения и разработка методических подходов к выяснению их влияния на ОПС проводятся на международном уровне, т.к. для определения многих из этих веществ в природных объектах и биотканях необходимы согласованные действия и исключительно высокая квалификация специалистов-аналитиков.

Объективная оценка воздействия опасности воздействия ПО на человека, ОПС и, опосредовано, на здоровье новых поколений, является важным компонентом в системе построения эколого-экономических, гигиенических и социальных отношений в современном обществе. Она позволяет определить приоритеты в осуществлении новых проектов

экологической направленности и предотвратить возникновение «внезапных экологических катастроф», характерных для XX-XXI вв.

В настоящее время известно около 7 млн. химических веществ и соединений, из которых 60 тыс. находят применение в деятельности человека. На международном рынке ежегодно появляется 500-1000 новых химических соединений и смесей.

Вредным называется вещество, которое при контакте с организмом человека может вызывать травмы, заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами как в процессе контакта с ним, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Химические вещества (органические, неорганические, элементо-органические) в зависимости от их практического использования классифицируются на:

- промышленные яды, используемые в производстве: органические растворители (дихлорэтан), топливо (пропан, бутан), красители (анилин);
- ядохимикаты, используемые в сельском хозяйстве: пестициды;
- лекарственные средства;
- бытовые химикаты, используемые в виде пищевых добавок (уксусная кислота), средства санитарии, личной гигиены, косметики и т.д.;
- биологические растительные и животные яды, которые содержатся в растениях и грибах (аконит, цикута), у животных и насекомых (змей, пчел, скорпионов);
- отравляющие вещества: зарин, иприт, фосген и др.

Ядовитые свойства могут проявить все вещества, даже такие, как поваренная соль в больших дозах или кислород при повышенном давлении. Однако к ядам принято относить лишь те, которые свое вредное действие проявляют в обычных условиях и в относительно небольших количествах.

К промышленным ядам относят большую группу химических веществ и соединений, которые в виде сырья, промежуточных или готовых продуктов встречаются в производстве.

В организм промышленные химические вещества могут проникать через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт и неповрежденную кожу.

Однако основным путем поступления являются легкие. Помимо острых и хронических профессиональных интоксикаций промышленные яды могут быть причиной понижения устойчивости организма и повышенной общей заболеваемости. Токсическое действие вредных веществ характеризуется показателями токсикометрии, в соответствии с которыми вещества классифицируют на **чрезвычайно токсичные**,

высокотоксичные, умеренно токсичные и малотоксичные.

Эффект токсического действия различных веществ зависит от количества попавшего в организм вещества, его физических свойств, длительности поступления, химизма взаимодействия с биологическими средами (кровью, ферментами). Кроме того, эффект зависит от пола, возраста, индивидуальной чувствительности, путей поступления и выведения, распределения в организме, а также метеорологических условий и других сопутствующих факторов ОПС.

Токсикологическая классификация вредных веществ.

Общее токсическое воздействие.

Токсичные вещества.

Нервно-паралитическое действие (бронхоспазм, удушье, судороги и параличи).

Кожно-резорбтивное действие (местные воспалительные и некротические изменения в сочетании с общетоксическими резорбтивными явлениями).

Общетоксическое действие (гипоксические судороги, кома, отек мозга, параличи).

Удушающее действие (токсический отек легких).

Слезоточивое и раздражающее действие.

Психотическое действие (нарушение психической активности, сознания).

Фосфорорганические инсектициды (хлорофос, карбофос, никотин, ОВ и др.).

Дихлорэтан, гексахлоран, уксусная эссенция, мышьяк и его соединения, ртуть (сулема).

Синильная кислота, ее производные, угарный газ, алкоголь, его суррогаты, отравляющие вещества (ОВ).

Оксиды азота, ОВ.

Пары крепких кислот и щелочей, хлорпикрин, ОВ.

Наркотики, атропин.

Яды наряду с общей обладают избирательной токсичностью, т.е. они представляют наибольшую опасность для определенного органа или системы организма.

Показатели токсиметрии и критерии токсичности вредных веществ — это количественные показатели токсичности и опасности вредных веществ. Токсический эффект при действии различных доз и концентраций ядов может проявиться функциональными и структурными (патоморфологическими) изменениями или гибелью организма. В первом случае токсичность принято выражать в виде действующих, пороговых и недействующих доз и концентраций, во втором — в виде смертельных концентраций.

Смертельные или летальные дозы LD при введении в желудок или в

организм другими путями или смертельные концентрации СЛ могут вызывать единичные случаи гибели (минимальные смертельные) или гибель всех организмов (абсолютно смертельные). В качестве показателей токсичности пользуются среднесмертельными дозами и концентрациями: LD_{50} , LC_{50} – это показатели абсолютной токсичности. Средне смертельная концентрация вещества в воздухе LC_{50} – это концентрация вещества, вызывающая гибель 50% подопытных животных при 2-4-часовом ингаляционном воздействии ($мг/м^3$); среднесмертельная доза при введении в желудок ($мг/кг$) обозначается как $LD_{ж50}$, среднесмертельная доза при нанесении на кожу – LDK_{50} .

Степень токсичности вещества определяется отношением $1/LD_{50}$ и $1/LC_{50}$; чем меньше значения токсичности LD_{50} и LC_{50} , тем выше степень токсичности. Об опасности ядов можно судить также по значениям порогов вредного действия (однократного, хронического) и порога специфического действия.

Порог вредного действия (однократного или хронического) – это минимальная (пороговая) концентрация (доза) вещества, при воздействии которой в организме возникают изменения биологических показателей на организменном уровне, выходящие за пределы приспособительных реакций, или скрытая (временно компенсированная) патология.

Опасность вещества – это вероятность возникновения неблагоприятных для здоровья эффектов в реальных условиях производства или применения химических соединений. Возможность острого отравления может оцениваться коэффициентом опасности внезапного острого ингаляционного отравления (КОВОИО):

При утечке газа или летучего вещества возможность острого отравления тем выше, чем выше насыщающая концентрация при температуре 20°C. Если КОВОИО меньше 1 – опасность острого отравления мала, если КОВОИО выражается единицами, десятками и более, существует реальная опасность острого отравления при аварийной утечке промышленного яда, например для паров этанола КОВОИО меньше 0,001, хлороформа около 7, формальдегида около 600.

Показатели токсикометрии определяют **класс опасности** вещества (КО). Определяющим является тот показатель, который свидетельствует о наибольшей степени опасности. Например, озон, будучи веществом остронаправленного действия, относится к 1-му КО, его ПДК=0,1 $мг/м^3$; оксид углерода относится также к веществам остронаправленного действия, однако по показателям острой и хронической токсичности для него установлена ПДК=20 $мг/м^3$, 4-й КО. Классификация производственных вредных веществ по степени опасности осуществляется в соответствии с ГОСТ 12.1.007 – 76. Показатель – класс опасности: 1; 2; 3; 4 (в Российской Федерации КО от 1 до 5).

Отравления протекают в острой, подострой и хронической формах.

Острые отравления чаще бывают групповыми и происходят в результате аварий, поломок оборудования и грубых нарушений требований безопасности труда. Они характеризуются кратковременностью действия токсичных веществ, не более чем в течение одной рабочей смены; поступлением в организм вредного вещества в относительно больших количествах – при высоких концентрациях в воздухе; ошибочном приеме внутрь; сильном загрязнении кожных покровов.

Хронические отравления возникают постепенно, при длительном поступлении яда в организм в относительно небольших количествах. Отравления развиваются вследствие накопления массы вредного вещества в организме (материальной кумуляции) или вызываемых ими нарушений в организме (функциональная кумуляция).

Хронические отравления органов дыхания могут быть следствием перенесенной однократной или нескольких повторных острых интоксикаций. К ядам, вызывающим хронические отравления в результате только функциональной кумуляции, относятся хлорированные углеводороды, бензол, бензины и др.

Сенсибилизация – состояние организма, при котором повторное воздействие вещества вызывает больший эффект, чем предыдущее. Эффект сенсибилизации связан с образованием в крови и других внутренних средах измененных и ставших чужеродными для организма белковых молекул, индуцирующих формирование антител. Повторное, даже более слабое токсическое воздействие с последующей реакцией яда с антителами вызывает извращенный ответ организма в виде явлений сенсибилизации.

В случае предварительной сенсибилизации возможно развитие аллергических реакций, выраженность которых зависит не столько от дозы воздействующего вещества, сколько от состояния организма. Аллергизация значительно осложняет течение острых и хронических интоксикаций, нередко приводя к ограничению трудоспособности. К веществам, вызывающим сенсибилизацию, относятся бериллий и его соединения, карбонилы никеля, железа, кобальта, соединения ванадия и т.д.

При повторяющемся воздействии вредных веществ на организм можно наблюдать и ослабление эффектов вследствие привыкания. Для развития привыкания к хроническому воздействию яда необходимо, чтобы его концентрация (доза) была достаточной для формирования ответной приспособительной реакции и нечрезмерной, приводящей к быстрому и серьезному повреждению организма.

Биологическое действие вредных веществ осуществляется через рецепторный аппарат клеток и внутриклеточных структур. Во многих случаях рецепторами токсичности являются ферменты (например, ацетилхолинэстераза), аминокислоты (цистеин, гистидин и др.), витамины,

некоторые активные функциональные группы (сульфгидрильные, гидроксильные, карбоксильные, амино- и фосфорсодержащие), а также различные медиаторы и гормоны, регулирующие обмен веществ. Первичное специфическое действие вредных веществ на организм обусловлено образованием комплекса «вещество – рецептор».

Токсическое действие яда проявляется тогда, когда минимальное число его молекул способно связывать и выводить из строя наиболее жизненно важные клетки-мишени. Например, токсины ботулинуса способны накапливаться в окончаниях периферических двигательных нервов и при содержании 8 молекул на каждую нервную клетку вызывать их паралич.

Таким образом, 1 мг ботулинуса может уничтожить 1200 т живого вещества, а 200 г этого токсина способны погубить все население Земли.

Классификация веществ по характеру воздействия на организм и общие требования безопасности регламентируются ГОСТ 12.0.003 – 74. Согласно ему, вещества подразделяются на вызывающие:

- **токсические** – отравление всего организма или поражающие отдельные системы (ЦНС, кроветворения), патологические изменения печени, почек;
- **раздражающие** – раздражение слизистых оболочек дыхательных путей, глаз, легких, кожных покровов;
- **канцерогенные** – злокачественные новообразования (циклические амины, ароматические углеводороды, Cr, Ni, асбест и др.);
- **сенсibilизирующие**, действующие как аллергены (формальдегид, растворители, лаки на основе нитро- и нитрозосоединений и др.);
- **мутагенные**, приводящие к нарушению генетического кода, изменению наследственной информации (Pb, Mn, радиоактивные изотопы и др.);
- **влияющие на репродуктивную функцию** (Hg, Pb, стирол, радиоактивные изотопы и др.).

Три последних вида воздействия вредных веществ – мутагенное, канцерогенное, влияние на репродуктивную функцию, а также ускорение процесса старения сердечнососудистой системы относят к отдаленным последствиям влияния химических соединений на организм. Это специфическое действие, которое проявляется в отдаленные периоды, спустя годы и даже десятилетия.

Отмечается появление различных эффектов и в последующих поколениях. Эта классификация не учитывает агрегатного состояния веществ, тогда как для большой группы аэрозолей, не обладающих выраженной токсичностью, следует выделить фиброгенный эффект действия ее на организм.

К ним относят аэрозоли дезинтеграции угля и угольных пород, аэрозоли кокса (каменноугольного, пекового, нефтяного, сланцевого),

сажи, алмазов, углеродных волокнистых материалов, аэрозоли (пыли) животного и растительного происхождения, кремнийсодержащие пыли, алюмосиликаты, аэрозоли дезинтеграции и конденсации металлов.

Попадая в органы дыхания, вещества этой группы вызывают атрофию или гипертрофию слизистой верхних дыхательных путей, задерживаясь в легких, приводят к развитию соединительной ткани в воздухообменной зоне и фиброзу легких. Профессиональные заболевания, связанные с воздействием аэрозолей, пневмокониозы и пневмосклерозы, хронический пылевой бронхит занимают 2 место по частоте среди профессиональных заболеваний.

В зависимости от природы пыли пневмокониозы могут быть различных видов: например, силикоз – наиболее частая и характерная форма пневмокониоза, развивающаяся при действии свободного диоксида кремния; силикатоз может развиваться при попадании в легкие аэрозолей солей кремниевой кислоты; асбестоз – одна из агрессивных форм силикатоза, сопровождающаяся фиброзом легких и нарушениями функций нервной и сердечнососудистой систем.

Наличие фиброгенного эффекта не исключает общетоксического воздействия аэрозолей. К ядовитым пылям относят оксиды Cr (V1), Pb, Be, As и др. При попадании их в органы дыхания помимо местных изменений в верхних дыхательных путях развивается острое или хроническое отравление.

Вредные вещества могут попадать в организм человека через неповрежденные кожные покровы, причем не только из жидкой среды при контакте с руками, но и в случае высоких концентраций токсических паров и газов в воздухе на рабочих местах.

К ним относят легко растворимые в воде и жирах углеводороды, ароматические амины, бензол, анилин и др.

Важно отметить **комбинированное действие** вредных веществ на здоровье человека. На производстве и в ОПС редко встречается изолированное действие вредных веществ; обычно работающий на производстве подвергается сочетанному действию неблагоприятных факторов разной природы (физических, химических) или комбинированному влиянию факторов одной природы, чаще ряду химических веществ.

Комбинированное действие – это одновременное или последовательное действие на организм нескольких ядов при одном и том же пути поступления. Различают несколько типов комбинированного действия ядов в зависимости от эффектов токсичности: аддитивного, потенцированного, антагонистического и независимого действия.

Аддитивное действие – это суммарный эффект смеси, равный сумме эффектов действующих компонентов. Аддитивность характерна для веществ однонаправленного действия, когда компоненты смеси оказывают

влияние на одни и те же системы организма, причем при количественно одинаковой замене компонентов друг другом токсичность смеси не меняется.

При **потенцированном действии** (синергизме) компоненты смеси действуют так, что одно вещество усиливает действие другого. Эффект комбинированного действия при синергизме выше аддитивного, и это учитывается при анализе гигиенической ситуации в конкретных производственных условиях. Потенцирование отмечается при совместном действии диоксида серы и хлора; алкоголь повышает опасность отравления анилином, ртутью и некоторыми другими промышленными ядами.

При **независимом действии** комбинированный эффект не отличается от изолированного действия каждого яда в отдельности. Преобладает эффект наиболее токсичного вещества. Комбинации веществ с независимым действием встречаются достаточно часто, например бензол и раздражающие газы, смесь продуктов сгорания и пыли. Возможно комплексное действие ядов, когда они поступают в организм одновременно, но разными путями (через органы дыхания и желудочно-кишечный тракт, органы дыхания и кожу и др.).

2.2. Нормирование качества ОПС. Классификация нормативов качества ОПС и принципы их определения

Оценка качества ОПС осуществляется дифференцированно по следующим направлениям: качество воздушного бассейна, водного бассейна, почвенного слоя, продуктов питания и др. Для оценки используют нормативы, ограничивающие воздействие вредных факторов, в основе обоснования которых лежит общий принцип: естественная адаптационная возможность человеческого организма [1-7].

При воздействии вредного вещества на организм человека возникает адаптация, затем предболезнь и в дальнейшем при сохранении той же интенсивности воздействия развиваются болезненные патологические эффекты, включающие токсические, канцерогенные, мутагенные, аллергенные, гонадотропные и эмбриотропные. Эти эффекты могут вызывать болезни и даже приводить к летальному исходу.

Нормативы качества ОПС подразделяются на санитарно-гигиенические, экологические, производственно-хозяйственные и временные. К **санитарно-гигиеническим нормативам** относят гигиенические и санитарно-защитные нормативы. Под **гигиеническими нормативами** понимают предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосфере, водоемах и почве, уровни допустимых физических воздействий – вибрации, шума, электромагнитного и радиоактивного излучения, не оказывающие вредного воздействия на организм человека в настоящее время и в

отдаленные промежутки времени и не влияющие на здоровье последующих поколений.

Если вещество оказывает вредное воздействие на ОПС в меньших концентрациях, чем на организм человека, то при нормировании исходят из порога действия этого вещества на ОПС. К **гигиеническим нормативам** дополнительно относят токсикометрические показатели, представляющие собой концентрации, дозы вредных веществ или физические факторы, вызывающие фиксируемые реакции организма.

Эти нормативы наиболее распространены и едины по всей территории бывшего СССР. Наряду с ними устанавливают более жесткие нормативы допустимых воздействий для отдельных районов.

Санитарно-защитные нормативы предназначены для защиты здоровья населения и обеспечения достаточной чистоты пунктов водопользования при неблагоприятном вредном воздействии источников загрязнения. Их используют при образовании санитарных зон источников водоснабжения, санитарно-защитных зон предприятий.

Экологические нормативы определяют предел антропогенного воздействия на ОПС, превышение которого может создать угрозу сохранению оптимальных условий совместного существования человека и его внешнего окружения. Они включают **эколого-гигиенические** и **эколого-защитные** нормативы, а также предельно допустимые нормативные нагрузки на ОПС. При установлении эколого-гигиенических нормативов учитывают, что многие живые организмы более чувствительны к загрязнениям, чем человек, для которого установлены существующие нормативы, поэтому целесообразно определить их на уровне, обеспечивающем нормальную жизнедеятельность живых организмов.

Эколого-защитные нормативы направлены на сохранение генофонда Земли, восстановление экосистем, сохранение памятников всемирного культурного и природного наследия. Их используют при организации охранных зон заповедников, национальных парков, биосферных заповедников, зеленых зон городов и др.

Применение системы показателей предельно допустимых нормативов нагрузки на ОПС направлено на предотвращение истощения природной среды и разрушения ее экологических связей, обеспечение рационального использования и воспроизводства природных ресурсов. Эти нормативы представляют собой научно обоснованные предельно допустимые антропогенные воздействия на определенный природно-территориальный комплекс.

Производственно-хозяйственные нормативы предназначены для ограничения параметров хозяйственной деятельности конкретного предприятия с точки зрения экологической защиты ОПС. К ним относят технологические, градостроительные, рекреационные и другие нормативы

хозяйственной деятельности.

Технологические нормативы включают: предельно допустимые выбросы (ПДВ) вредных веществ в атмосферу, предельно допустимый сброс (ПДС) загрязняющих веществ в водоемы, предельно допустимое количество сжигаемого топлива (ПДТ). Эти нормативы устанавливаются для каждого источника загрязнений ОПС и тесно связаны со спецификой работы, объемом и характером загрязнений конкретного предприятия, цеха, агрегата.

В связи с этим они могут различаться даже в рамках одного предприятия. Область регламентированного воздействия ПДВ, ПДС и ПДТ на качество ОПС весьма широка. С помощью этих нормативов лимитируют объемы отходов, сбросов и выбросов в результате осуществления работ, шумовое загрязнение воздушной среды, расход топлива и пр. В то же время эти нормативы, характеризуя предельно допустимое количество загрязнений, поступающих в биосферу от источников, оборудованных системами обезвреживания, не позволяют дать оценку самим системам обезвреживания.

Градостроительные нормативы разрабатывают для обеспечения экологической безопасности при планировке и застройке городов и населенных пунктов. **Рекреационные** нормативы определяют правила пользования природными комплексами в целях обеспечения условий для полноценного отдыха и туризма.

В случае, когда по объективным причинам не представляется возможным разработать гигиенические или технологические нормативы, устанавливают временные нормативы. По мере роста научных знаний, развития и совершенствования техники и технологии их регулярно пересматривают в сторону ужесточения, чтобы воздействие на ОПС было минимальным. При оценке качества компонентов биосферы применяются разные модификации рассмотренных нормативов.

Оценка **качества воздушной среды** осуществляется на основе следующих нормативов.

1. Предельно допустимая концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны (ПДК_{р.з.}), мг/м³. При ежедневной 8-часовой работе или при другой продолжительности рабочего дня, но не более 41 ч/неделю, эта концентрация в течение всего рабочего дня не должна вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, которые можно обнаружить современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни человека.
2. Предельно допустимая максимальная разовая концентрация загрязняющего вещества в воздухе населенных мест (ПДК_{м.р.}), мг/м³. При вдыхании в течение 30 мин. эта концентрация не должна вызывать рефлекторных реакций в организме человека.

3. Предельно допустимая среднесуточная концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест (ПДК_{с.с.}), мг/м³ которая не должна вызывать отклонений в состоянии здоровья настоящего и последующих поколений при неопределенно долгом (в течение нескольких лет) вдыхании.
4. Временно допустимая концентрация (ориентировочный безопасный уровень воздействия) загрязняющего вещества в воздухе рабочей зоны (ВДК_{р.з.}), мг/м³. Числовые значения этого показателя для различных веществ определяются расчетным путем и действуют в течение 2 лет.
5. Временно допустимая концентрация (ориентировочный безопасный уровень воздействия) вредного вещества в атмосфере (ВДК_{в.в.}), мг/м³, размер которой устанавливается расчетным путем и действует в течение 3 лет.
6. Предельно допустимый выброс загрязняющих веществ в атмосферу (ПДВ), кг/сут (или г/ч). Этот показатель должен обеспечивать соблюдение санитарно-гигиенических нормативов в воздухе населенных мест при наиболее неблагоприятных для рассеивания метеорологических условиях. Он определяется расчетным путем на 5 лет.
7. Временно согласованный выброс (ВСВ), кг/сут (г/ч). Срок действия норматива – до 5 лет. Он устанавливается в случае, если по объективным причинам нельзя определить ПДВ для источника выброса в данном населенном пункте.
8. Предельно допустимое количество сжигаемого топлива (ПДТ), т/ч. Этот показатель должен обеспечивать соблюдение санитарно-гигиенических нормативов по продуктам сгорания топлива в воздухе населенных мест при неблагоприятных для рассеивания метеорологических условиях. ПДТ устанавливается расчетным путем на срок не более 5 лет.

Оценка качества **водного бассейна** осуществляется с помощью системы основных показателей.

1. Предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ в воде водоема (ПДК_{в.}), мг/дм³, при которой не должно оказываться прямого или косвенного вредного воздействия на организм человека в течение всей его жизни и на здоровье последующих поколений и не должны ухудшаться гигиенические условия водопользования.
2. Предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ в воде водоемов, используемых для рыбохозяйственных целей, (ПДК_{в.р.}), мг/дм³. Величина ее для подавляющего большинства нормируемых веществ всегда значительно меньше ПДК_{в.}. Это объясняется тем, что токсические соединения могут

накапливаться в организме рыб в весьма значительных количествах без влияния на их жизнедеятельность.

3. Временно допустимая концентрация (ориентировочно безопасный уровень воздействия) загрязняющих веществ в воде водоемов (ВДК_{в.}), мг/дм³. Нормативы, определяемые этим показателем, устанавливаются расчетным путем на срок 3 года.
4. Предельно допустимый сброс (ПДС), г/ч (кг/сут), регламентирующий массу загрязняющего вещества в сточных водах, сбрасываемых в водоем. Применение этого норматива должно обеспечивать соблюдение санитарно-гигиенических норм, установленных для водных объектов. Величина ПДС определяется расчетным путем на период, установленный органами по регулированию использования и охране вод. После этого она подлежит пересмотру в сторону уменьшения вплоть до прекращения сброса загрязняющих веществ в водоемы.

Оценку качества **почвенного слоя** проводят по нормативам, установленным в соответствии со следующими основными показателями.

1. Предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества в пахотном слое почвы (ПДК_{п.}), мг/кг. При этом значении концентрация токсикантов не должна оказывать прямого или косвенного отрицательного воздействия на контактирующие с почвой воду, воздух и здоровье человека, а также на способность почвы к самоочищению.
2. Временно допустимая (ориентировочно допустимая) концентрация вредного вещества в пахотном слое почвы (ВДК_{п.}), мг/кг устанавливается расчетным путем и действует в течение 3 лет.

При оценке *шумового загрязнения биосферы* используют следующие показатели.

1. Предельно допустимый уровень шума, (ПДУШ), дБ (А). Шум с таким уровнем при ежедневном систематическом воздействии в течение многих лет не должен вызывать отклонений в состоянии здоровья человека и мешать его нормальной трудовой деятельности.
2. Допустимый уровень шума (допустимый уровень звукового давления) (ДУШ), дБ(А), при котором длительное систематическое вредное воздействие шума на человека не проявляется или проявляется незначительно.
3. Допустимый уровень ультразвука (ДУУ), дБ. При таком уровне длительное систематическое воздействие на организм человека не проявляется или проявляется незначительно.
4. Предельно допустимый уровень инфразвука (ПДУИ), дБ. Длительное систематическое воздействие инфразвука с таким

уровнем на организм человека не должно приводить к отклонениям в состоянии здоровья, обнаруживаемым современными методами исследований, и нарушать нормальную трудовую деятельность.

5. Предельно допустимая шумовая характеристика машин и механизмов (ПДШХ). Этот показатель должен обеспечивать соблюдение санитарно-гигиенических нормативов во всех октавных полосах частот. Его значение определяется по результатам статистической обработки шумовых характеристик однотипных машин и механизмов.
6. Технически достижимая шумовая характеристика машин и механизмов (ТДШХ), применяемая в тех случаях, когда по объективным причинам невозможно установить уровень ПДШХ. При этом ТДШХ вводится на срок, не превышающий срока действия стандарта или технических условий на машину или агрегат каждого конкретного вида.

Оценку радиоактивного загрязнения ОПС проводят с использованием показателей трех видов: основного дозового предела, допустимого уровня и контрольного уровня.

К показателям основного дозового предела относятся: предельно допустимая доза радиации за год для работающих с источниками радиоактивного излучения (ПДД), Дж/кг. При систематическом равномерном воздействии в течение 50 лет не должны возникать неблагоприятные изменения в состоянии здоровья человека, обнаруживаемые методами исследований в настоящее время и последующие годы; предел дозы радиации за год для населения (ПД), Дж/кг, который на практике всегда устанавливается значительно меньше величины ПДД для предотвращения необоснованного облучения людей.

Технически достижимая шумовая характеристика машин и механизмов (ТДШХ), применяемая в тех случаях, когда по объективным причинам невозможно установить уровень ПДШХ. При этом ТДШХ вводится на срок, не превышающий срока действия стандарта или технических условий на машину или агрегат каждого конкретного вида.

Оценку радиоактивного загрязнения ОПС проводят с использованием показателей трех видов: основного дозового предела, допустимого уровня и контрольного уровня.

К показателям основного дозового предела относятся: предельно допустимая доза радиации за год для работающих с источниками радиоактивного излучения (ПДД), Дж/кг. При систематическом равномерном воздействии в течение 50 лет не должны возникать неблагоприятные изменения в состоянии здоровья человека, обнаруживаемые методами исследований в настоящее время и последующие годы; предел дозы радиации за год для населения (ПД),

Дж/кг, который на практике всегда устанавливается значительно меньше величины ПДД для предотвращения повышенного облучения людей.

Показатели допустимого уровня:

- предельно допустимое годовое поступление радиоактивных веществ (РаВ) в организм работающих (ПДД), кБк/год, которое в течение 50 лет создает в критическом органе дозу, равную 1 ПДД;
- предел годового поступления РаВ в организм человека (ППП), кБк/год, за 70 лет создающий в критическом органе эквивалентную дозу, равную 1 ПД;
- допустимое среднегодовое содержание РаВ в организме (критическом органе) (ДС), при котором доза облучения равна ППД или ПД, кБк;
- допустимое загрязнение поверхности (почвы, одежды, транспорта, помещений и т.д.) (ДЗ), частица/(см-мин).

Контрольные показатели устанавливают для планирования мероприятий по защите и оперативного контроля радиационной обстановки в целях предотвращения превышения дозового предела загрязнений. К этим показателям относятся:

- контрольное годовое поступление РаВ в организм человека КГП, кБк/год;
- контрольное содержание РаВ в организме человека (КС), кБк;
- контрольная концентрация РаВ в воздухе или воде, с которыми оно поступает в организм человека, (КК), кБк/м³.
- контрольное загрязнение поверхности РаВ, частица/(см-мин).

Несовершенство рыночных механизмов стран СНГ, обусловленное осуществляемыми структурными изменениями в экономике, привело к тому, что эти страны лишились могущества хозяина-монополиста в лице государства, которое могло бы решать экономические проблемы, но не развили понимания важности этих проблем у частного сектора. В результате региональные эколого-экономические проблемы стран СНГ приобретают катастрофические размеры.

Госстандартом СССР, а затем Госстандартом РФ совместно с другими заинтересованными ведомствами и организациями разработаны и внедрены в различные отрасли народного хозяйства тысячи стандартов, нормативов и др. документации. Это позволило ставить и решать вопросы не только необходимые для развития народного хозяйства страны, но и вопросы интеграции экономики в мировую систему, вхождения РФ в ВТО, объединения отечественного рынка товаров и услуг со многими развитыми странами и др.

Из опыта работы Госстандарта РФ при стандартизации сырья, веществ, материалов и изделий можно сделать три вывода, имеющих непосредственное отношение к стандартизации отходов.

Во-первых, для эффективного и комплексного использования сырья

необходимы стандарты и нормативы, в которых должны содержаться их основные физико-химические, технологические и эксплуатационные характеристики. *Во-вторых*, сравнительно недавно мировое сообщество пришло к выводу о необходимости документирования и стандартизации опасных свойств веществ, которые проявляются при нештатных ситуациях (например, пролив, попадание на кожу, в организм и др.).

Для первичных веществ в настоящее время используется два вида документов (стандартов). Первый из них для описания ресурсных и товарных характеристик веществ, и второй – для описания их опасных свойств.

Третий вывод свидетельствует о необходимости контроля реальных качеств веществ путем сопоставления с соответствующими данными стандартов, нормативов и другой документации. Такой контроль обеспечивает процедура сертификации сырья, веществ материалов и изделий, которая в Госстандарте РФ успешно используется в рамках Федерального закона о сертификации с целью контроля и повышения качества их технологических, эксплуатационных, потребительских и других характеристик.

Поскольку промышленность, образно говоря, не производит ничего другого, кроме отходов: *реальных*, которые непосредственно образуются в процессах производства и потребления, и *потенциальных*, когда материалы и изделия после истечения сроков их эксплуатации переходят в отходы, то приведенный опыт в области стандартизации и сертификации веществ, сырья, материалов и изделий может быть полезным применительно к отходам.

По существу, и опасные и инертные ПО являются или актуальными источниками сырья, когда научно-технические и экономические возможности позволяют их использовать в производстве (и они имеют товарное значение), или для некоторых ПО таких возможностей в настоящее время нет, и тогда они подлежат уничтожению или захоронению.

Использование накопленного опыта в области государственной стандартизации сырья, материалов и изделий применительно к ПО тем более целесообразно, что единый учет и контроль их материальных потоков позволял бы в значительной степени упорядочить в стране оборот товарной продукции.

Такой единый подход выгоден одновременно производителю, потребителю и органам, регулирующим товаропотоки, т.к. позволяет стимулировать решение проблем ресурсосбережения, безопасности, введения прогрессивных технологий, видов сырья, в т.ч. и импортзамещающих материалов.

Для ПО с целью максимального вовлечения их в народнохозяйственный оборот необходимы такие же инструменты

обращения, которые с успехом используются при регулировании работ с первичным сырьем, материалами и изделиями и на основе которых создана современная инфраструктура на государственном, региональном и отраслевом уровнях.

В случае обращения с отходами в качестве названных инструментов выступают: информационное, нормативное и правовое обеспечение, стандартизация, паспортизация, сертификация, лицензирование и другие инструменты. Стандартизация ПО и ТБО, как и стандартизация исходных веществ, сырья, материалов и изделий, является межотраслевой проблемой и должна находиться в ведении Государственной системы стандартизации.

Определения термина «яд»: «яд – мера (единство количества и качества) действия химических веществ, в результате которого при определенных условиях возникает отравление»; «яды – химические соединения, отличающиеся высокой токсичностью, т.е. способные в минимальных количествах вызывать тяжелые нарушения жизнедеятельности или гибель организма»; «яд – химический компонент среды обитания, поступающий в количестве (реже – в качестве), не отвечающем врожденным или приобретенным свойствам организма и потому несовместимый с жизнью».

Из этих дополняющих друг друга определений следует, что отравления должны рассматриваться как особый вид заболеваний, этиологическим фактором (причиной) которых являются вредные химические вещества. Одно и то же вещество вызывает неодинаковые эффекты при воздействии на организм в различных дозах.

Минимальная действующая концентрация или доза (пороговая) ядовитого вещества – это такое его наименьшее количество, которое вызывает явные, но обратимые изменения жизнедеятельности. **Минимальная токсическая доза** – это количество яда, вызывающее выраженное отравление с комплексом характерных патологических сдвигов в организме, но без смертельного исхода.

Смертельная (летальная) доза – количество яда, приводящее к смерти при отсутствии лечения. В экспериментальной токсикологии используют **среднюю летальную дозу** LD_{50} или концентрацию LC_{50} , когда в эксперименте погибает 50% подопытных животных. При **абсолютной летальной дозе** LD_{100} и LC_{100} погибает 100% подопытных животных. Понятие **токсичности** (ядовитости) означает меру несовместимости вещества с жизнью и определяется величиной, обратной LD_{50} и LC_{50} , т.е. $1/LD_{50}$ и $1/LC_{50}$.

В табл. 2.1 приведена классификация вредных веществ по степени токсичности. На рис. 2.1 приведена общая схема поступления в организм, биотрансформации и выделения токсичных веществ из организма.

Почва занимает в биосфере особое место, в максимальной степени обеспечивая ее биологическую продуктивность. В то же время она

подвергается наибольшему антропогенному воздействию и является наиболее опасным звеном циркуляции токсикантов. Оценка последствий загрязнения почв антропогенными токсикантами разработана сравнительно слабее, чем для атмосферы и водного бассейна.

Таблица 2.1

Классификация вредных веществ по степени токсичности

Показатели	Классы токсичности			
	Чрезвычайно токсичные	Высоко-токсичные	Умеренно токсичные	Мало-токсичные
LD ₅₀ внутрь, мг/кг массы	Менее 15	15-150	151-1500	Более 1500
LC ₅₀ , ингаляционно, мг/дм ³	Менее 0,5	0,5-5	5-50	Более 50
LD ₅₀ , на кожу мг/кг массы	Менее 100	100-500	501-2500	Более 2500

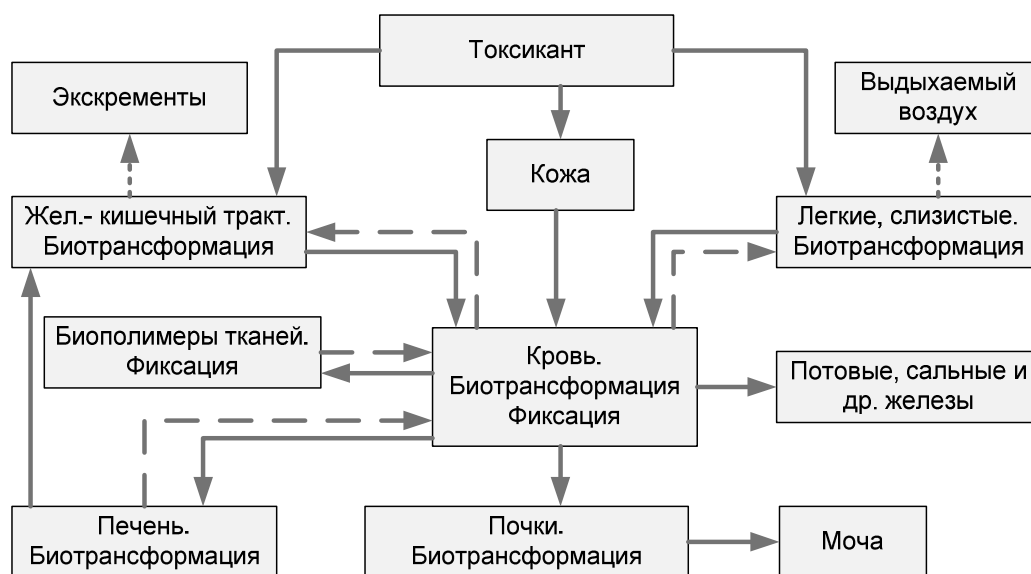


Рис. 2.1. Общая схема поступления, биотрансформации и выделения токсичных веществ из организма

В течение длительного периода почва была исключена из числа объектов, подлежащих гигиеническому нормированию, т.к. считалось, что действие загрязняющих веществ может продолжительное время не проявляться в связи с громадной адсорбирующей поверхностью почв, их большой буферной емкостью и высокой способностью к самоочищению.

Однако защитные свойства почвы могут быть в ближайшее время исчерпаны, т.к. ни одна природная система не обладает абсолютной устойчивостью к техногенезу. Почва относится к числу чрезвычайно медленно восстанавливающихся субстанций. Это требует особенно бережного отношения к ней. Характерной ее особенностью является то, что это не ординарная природная среда, а сложная экологическая система с колоссальным количеством связей между биоценотическими компонентами.

В основе их лежит материально-энергетический обмен, формирующий процессы ее функционирования и развития или угнетения. Состояние почвы определяется набором физико-химических параметров, характеризующих ее мгновенное состояние и состояние, усредненное во времени, системой функциональных и структурных параметров, дающих представление о состоянии биоты.

В силу чрезвычайно сложного взаимодействия токсикантов с почвой и разнообразия откликов со стороны ее биотической и абиотической составляющих на загрязнение, трудно выделить какой-то один показатель, отвечающий всем требованиям диагностики.

Загрязнение почв по характеру вызывающих его источников делится на 2 вида: промышленного и сельскохозяйственного происхождения.

Загрязнение почв отходами промышленного происхождения (ПО) наиболее опасно в зоне непосредственного поступления загрязняющих веществ. В зависимости от физических свойств, мощности и расположения источников, климатических условий, особенно розы ветров, рельефа местности, типа почвы и надпочвенного покрова имеют место различные закономерности убывания уровня загрязнения почвы с расстоянием.

В отличие от промышленного загрязнения сельскохозяйственного происхождения происходит в результате сознательного внесения в почву химически активных веществ с целью достижения определенного положительного экономического эффекта. В этом случае заранее допускается возможность негативных последствий.

Поступление загрязняющих веществ в почву происходит 3 путями: через атмосферный воздух (сухое выпадение, с осадками); через водный бассейн (стоки промышленных предприятий и агропрома, бытовые стоки, ливневые и грунтовые воды, фильтрационные воды из объема терриконов, хвостохранилищ); непосредственное попадание ПО, отходов агропрома, ТБО, вторичного пыления отвалов).

Почва – малоподвижная среда. В ней происходит постоянное накопление токсикантов. Следует отметить, что загрязненные почвы являются в свою очередь источниками вторичного загрязнения поверхностных и грунтовых вод и воздуха, что создает потенциальную опасность комплексного воздействия на людей почвенной пылью, атмосферным воздухом и водой.

В зависимости от свойств токсикантов и характера их взаимодействия с компонентами почв, различают 2 типа вторичных реакций – для устойчивых и неустойчивых веществ. **Устойчивые** загрязняющие вещества и их метаболиты характеризуются продолжительным периодом распада и способностью к кумуляции. Типичным примером может служить загрязнение хлорорганическими препаратами (ДДТ, ПХБ и др.).

Неустойчивые вещества легко выносятся из почвы и разлагаются, но в результате их воздействия возникают устойчивые вторичные реакции. В этом случае с одной стороны могут закрепляться метаболиты первичных токсикантов, как правило, более устойчивые и более токсичные, чем исходные соединения. В другом случае загрязняющие вещества и их метаболиты не закрепляются, но опасные результаты даже кратковременного их пребывания в почве проявляются длительное время.

Примерами могут служить глубокие изменения физико-химических и морфологических свойств почв даже при однократном действии солевых растворов в районах нефтедобычи, необратимые изменения ряда показателей почв при поступлении агрессивных кислотных растворов из отвалов шахтных пород в районах добычи угля, U-, Th-руд и др.

Анализ результатов вторичных реакций загрязняющих веществ может служить для оценки опасности и прогноза устойчивости почв к загрязнению. Показателями, характеризующими загрязнение почв, могут служить общее содержание их в почве, содержание экстрагируемых (подвижных) форм токсичных соединений в ней, содержание загрязняющих веществ в водных вытяжках и в грунтовых водах, отношение концентрации загрязняющих веществ к их фоновому содержанию, отношение экстрагируемых форм токсикантов к их содержанию в незагрязненной почве (активность загрязнения), доля экстрагируемых форм в валовом содержании загрязняющих веществ (подвижность веществ в местных условиях).

Под буферной способностью почв понимается ее способность поддерживать химическое состояние на неизменном уровне при воздействии на почву потоков химических веществ. Буферная емкость почв определяется способностью сорбировать токсиканты. Степень загрязнения почвы определяет выбор вида землепользования и необходимые природоохранные мероприятия.

Опасность загрязнения почв, как и ответная реакция почвы на загрязнение, могут быть различными даже для одних и тех же загрязняющих веществ и зависят от буферной способности почвы, ее типа, подтипа, вида и разновидности. Устойчивость почв к загрязнению зависит от целого ряда условий. Почвы с более высокой степенью развитости почвенного покрова более устойчивы к воздействию токсикантов.

С увеличением плотности почв уменьшается их общая пористость и объем пор аэрации, снижается скорость фильтрации и горизонтального перемещения влаги. Бесструктурная почва наиболее подвержена механическим воздействиям, а структурированные почвы с высоким содержанием водопрочных агрегатов устойчивы в эрозионном отношении и способны противостоять размывающему действию воды.

От механического состава зависит структура, пористость, влагоемкость и другие физические свойства почв, которые определяют

водный, воздушный и тепловой режимы и влияют на миграцию загрязняющих веществ [1, 2].

Промывной тип водного режима способствует выносу, а непромывной – аккумуляции вредных веществ в почвенном профиле. Почвы с высоким содержанием гумуса противодействуют внешним воздействиям за счет буферной способности. Реакция среды (рН) определяет подвижность соединений химических элементов и продуктов их взаимодействия. Наиболее высокой буферной способностью обладают тяжелые гумусовые почвы.

Наличие растительности, как фактор самоочищения, повышает устойчивость почв. Об интенсивности биологического кругооборота можно судить по показателю скорости метаболизма органических веществ: чем он выше, тем интенсивнее процесс разрушения органических веществ.

Исследования свидетельствуют о различной степени устойчивости почв, обладающих совокупностью природных свойств, к воздействию минеральных и органических веществ. Различную устойчивость почв к одним и тем же техногенным факторам предопределяют собственно почвенные свойства и ландшафтно-геохимическая обстановка.

Содержание химических веществ в почве населенных пунктов отражает уровень загрязнения ими атмосферного воздуха, водных объектов и представляет опасность как источник вторичного загрязнения приземного слоя атмосферы и поступления вредных веществ в организм человека. Поскольку изменения свойств почвы происходят под влиянием не только антропогенного фактора, но и в результате действия природных процессов, каждый из показателей варьируется во времени и в пространстве.

Разработка системы показателей состояния почвы в условиях загрязнения требует изучения пространственного и временного варьирования физико-химических, биохимических, микробиологических свойств почв, влияния индивидуальных и комплексных токсикантов на абсолютную величину и коэффициент варьирования показателей.

Необходимо выделить минимально возможную совокупность характеристик почвы, от которых в основном зависит ее качество и плодородие, оценив оптимальные величины и диапазоны возможных колебаний, не приводящих к существенному изменению плодородия.

Наконец, необходимо на базе результатов анализа определить нормы нагрузки на почвы отдельными загрязняющими веществами или их смесью, а также устойчивость почв в зоне техногенеза.

Показатели состояния почв в условиях загрязнения следует разделять на 2 группы: ранней диагностики и деградации почвы или изменения направленности почвообразовательного процесса. Нормирование загрязняющих веществ в почве возникло в середине 70-х гг. XX в. Были разработаны и утверждены ПДК для ряда веществ.

Этот вопрос усложнялся тем, что параллельно с нормированием велась работа по совершенствованию методологии обоснования ПДК загрязняющих веществ в почве. Поэтому ранее обоснованные ПДК по валовым формам зачастую трудно сопоставимы с более поздними работами, основанными на учете подвижных форм токсикантов. Отметим, что вскоре сложилось единое понятие гигиенической опасности загрязнения ОПС, как вероятности возникновения неблагоприятных эффектов в реальных условиях.

Здесь в понятие опасности загрязнения почвы включена степень изменения вероятности возникновения неблагоприятных эффектов в сопредельных средах (воздухе, воде, пищевых продуктах) и процессах самоочищения в связи с изменением свойств почв, а также концентрации загрязняющих веществ в конкретной почве, что опосредованно характеризует степень отрицательного влияния токсикантов на здоровье человека.

Разработанный в 1983 г. ГОСТ 17.4.1.02.-83. [3] дает только общую оценку опасности загрязнения почв, но не учитывает специфику токсикантов и особенностей их поведения в почве. Приведенная классификация была разработана по данным исследований о влиянии на ситуацию только пестицидов, поэтому она некорректна для оценки влияния, например, тяжелых и редких металлов (ТМ) в почве, а также не решает вопроса о степени реальной опасности загрязнения ими почвы. В этой классификации не нашел отражения и важнейший принцип охраны почв – критерий ограничения землепользования с учетом степени их загрязнения.

Материалы экспериментального нормирования содержания ТМ в почве показывают, что лимитирующим показателем вредности для большинства из них являются общесанитарный (Pb, Mn, V, Cr, Ni, Cu) и транслокационный (As, Zn, Sb) показатели. Причем разница между допустимыми их уровнями, как правило, незначительна.

Исследования показывают, что степень опасности загрязнения почвы определяется прежде всего природой токсикантов, возможностью образования и количеством их подвижной форм, которые в свою очередь определяются типом и подтипом почв, pH, ее минеральным и механическим составом, содержанием гумуса, полуторных оксидов.

Поступление токсикантов в почву приводит к 2 видам загрязнения **механическому** и **химическому**. В первом случае наблюдается загрязнение почв веществами, оказывающими лишь механическое воздействие на ее состояние. Во втором – изменение химических свойств почвы. Содержание и соотношение соединений токсикантов в почве характеризуют ее химическое состояние как природного комплекса, являющегося составной частью экосистемы. Нарушение в одном из звеньев неизбежно сказывается на состоянии системы в целом.

Последствия этих нарушений влияют на здоровье человека и отражаются на здоровье следующих поколений. Под экологическим состоянием почв понимается состояние, характеризующее степень возможного негативного влияния на сопредельные среды (воду, воздух): растения, здоровье человека, а также степень сохранения всех присущих только почве специфических функций.

В зону активного загрязнения могут попадать территории разного характера – почвы населенных пунктов, сельскохозяйственные угодья, рекреационные и др. Следовательно, оценка состояния опасности загрязнения территорий различного назначения должна производиться дифференцировано с учетом фактора наиболее значимых для этих территорий путей воздействия загрязнения почвы на здоровье человека. В связи с этим существуют разные подходы к оценке опасности загрязнения почв населенных пунктов и почв сельскохозяйственного назначения.

При загрязнении почвы одним органическим или неорганическим компонентом определяется класс опасности (КО) вещества, его ПДК и максимальное содержание по одному из критериев экологического состояния почв [2, 8, 9]. Оценка, степени загрязнения почвы проводится в зависимости от фактического содержания химического вещества и его КО.

В общем случае при оценке степени опасности загрязнения почв химическими веществами следует учитывать специфику источников загрязнения, приоритетность загрязняющих веществ и их КО, вид землепользования (сельхозугодья, рекреационные зоны, почвы населенных пунктов, зоны предприятий и т.д.), почвенно-климатической зоны, генезис почвы и состояние почвенного покрова.

При этом следует руководствоваться общими закономерностями: чем выше фактические уровни содержания контролируемых химических загрязнителей в почве, чем выше их КО, чем меньше буферная емкость почв, тем больше опасность загрязнения почв.

Основным критерием оценки степени загрязнения почвы химическими загрязнителями является их ПДК или ориентировочно допустимое количество (ОДК) [10, 11]. **Общесанитарный** критерий показывает влияние химических веществ на способность почв к самоочищению и биологическую активность почв.

Транслокационный – характеризует способность токсикантов переходить из почвы в растения. **Миграционный** – характеризует возможность перехода загрязняющих веществ из почвы в грунтовые воды, поверхностные источники и воздух. **Гигиеническая оценка опасности** загрязнения почвы населенных пунктов регламентируется документами [3, 7, 10, 11]. Она определяется эпидемиологической значимостью загрязненной почвы, ролью загрязненной почвы как источника вторичного загрязнения приземного слоя атмосферы и при ее непосредственном

контакте с человеком, значимостью степени загрязнения почвы в качестве индикатора загрязнения атмосферного воздуха и воды.

Критерием эпидемиологической безопасности является отсутствие патогенных агентов в исследуемом объекте. Индикатором для определения наиболее распространенных загрязнителей почвы на территории городов может служить оценка опасности загрязнения атмосферного воздуха. Оценка уровня химического загрязнения почв как индикатора неблагоприятного воздействия на здоровье людей осуществляется с помощью коэффициента концентрации химического вещества [9].

Он измеряется отношением фактического содержания отдельного загрязнителя (C) к его фоновому уровню (C_{ϕ}):

$$K = C / C_{\phi} \quad (2.1)$$

В случае присутствия в почве нескольких загрязнителей, показатель загрязнения выражен формулой:

$$Z = E_{ki} - (N - 1), \quad i = 1, N. \quad (2.2)$$

Класс опасности веществ в почве определяется в зависимости от атомарной массы (A), растворимости в воде вещества (S), среднего арифметического ПДК веществ в пищевых продуктах, (a), молекулярной массы химического соединения, в которое входит данный элемент (M), ПДК этого элемента в почве [8]:

$$I = \lg(A \times S / a \times M \times \text{ПДК}). \quad (2.3)$$

В нормативных актах Украины выделяют 4 класса опасности химических веществ в почве: **неопасные** (при $I < 0,1$); **малоопасные** ($0,1 < I < 2,5$); **опасные** ($2,6 - 4$); **высокоопасные** ($I > 4,1$). Оценка опасности загрязнения химическими веществами почвы сельхозугодий требует учета ряда особенностей. Функциональные особенности использования земли предопределяют ее особое место среди природных ресурсов. Выполняя функции средств производства в сельском хозяйстве, она одновременно предмет труда и орудие труда.

Сегодня, в условиях тенденции снижения надела на душу населения, сохранение пахотной способности земель и эффективность их агрономического использования, является первостепенной задачей экономического развития. Научный подход предоставляет возможность не только поддерживать биологический потенциал и продуктивность земель, но и повышать их.

В условиях интенсивного землепользования усиливаются эрозионные процессы, падает содержание гумуса в почве, растет площадь нарушенных земель. Рост производства сельскохозяйственной продукции еще не говорит о возрастании земельно-ресурсного потенциала. Этот рост обеспечивается при увеличении использования минеральных удобрений и

вовлечение в оборот низкопродуктивных земель. Но одновременно он может сопровождаться истощением почвенных ресурсов [12].

По характеру воздействия на почву загрязняющие вещества делятся на три группы: **педохимически активные, биологически активные, мигрирующие** [13]. Результаты воздействия на почву педохимически активных веществ проявляются в изменении физических свойств почвы, ее кислотно-щелочных и ее окислительно-восстановительных условий. Они представлены преимущественно макроэлементами и их соединениями. К ним относятся химические элементы и продукты окисления, которые при взаимодействии с водой образуют сильные минеральные кислоты, физиологически кислые и щелочные соли, органические кислоты и газы.

Эти вещества могут изменять свойства почв как в худшую (подкисление, развитие восстановительных процессов и т.д.); так и в лучшую (понижение кислотности и т.д.) сторону. Результаты воздействия биологически активных веществ проявляются в первую очередь в изменениях живых организмов в почве. К этой группе относятся большинство микроэлементов, тяжелые углеводы, пестициды. В малых количествах многие микроэлементы безусловно необходимы живым организмам. Однако при достижении определенного порога концентрации биологически активные вещества становятся токсичны и обуславливают отрицательные последствия.

Мигрирующие вещества составляют группу загрязняющих почву веществ, активно переходящих в сопредельные среды: растения, атмосферный воздух, подземные и поверхностные воды. Подвижность химических элементов в почвах характеризуется их способностью переходить из твердых фаз почвы в почвенные растворы и вытяжки [13, 14].

Показателем подвижности загрязняющих веществ могут служить их количество (активность) в почвенных растворах или близких к ним по составу вытяжках из почв (водных солевых с низкой концентрацией электролита). Этот показатель, численно независимый от количества почвы, служит в качестве интенсивного.

В качестве экстенсивного показателя подвижности служит содержание подвижных форм соединений химического элемента в твердой фазе почвы, которое характеризует потенциальную возможность перехода химического элемента из твердой фазы почвы в жидкие. Показатели его содержания можно рассматривать как пропорциональные количеству или объему почвы, т.н. «фактор емкости» [4]. Показателем подвижности соединения является и потенциальная буферная способность почвы по отношению к данному химическому элементу.

Биологическая опасность химического загрязнения почв зависит от содержания подвижных форм загрязняющих веществ, а **потенциальная** определяется количеством загрязнений, которые могут поступать в

почвенный раствор. Исходя из этого, классификацию почв по степени опасности загрязнения конкретными токсикантами можно проводить не только по отношению к их фоновому содержанию, но и с учетом установленных ПДК.

Анализ литературных данных о поведении тяжелых металлов (ТМ) в почве позволяет выделить 2 фактора, наиболее значимых при оценке опасности накопления загрязнителей в почве для человека – степень транслокации в системе «почва – растение», определяющая уровень поступления микроэлементов в организм с продуктами питания, и комплекс показателей, характеризующих биологическую активность и процессы самоочищения почв.

При этом основными физико-химическими факторами, определяющими буферную способность почв и проявление негативного воздействия загрязнителей, являются механический состав органического вещества и pH почвы. Для системы «почва – растение» имеют большое значение биологические особенности растений. Установлено, что растения способны усваивать ТМ. При этом уровень их накопления в растениях является более чувствительным критерием неблагоприятного действия в системе «почва – растение», чем их фитотоксическое действие.

Обращает на себя внимание то, что загрязняющие вещества в основном накапливаются в зеленой массе растений. Это создает реальную опасность их неблагоприятного воздействия на качество сельхозпродуктов. Экспериментально доказано, что при равном уровне загрязнения, более высокую степень опасности представляют почвы легкого механического состава с кислым значением pH.

В связи с этим следует ограничивать объемы выращивания сельхозпродукции на загрязненных землях. Функционированием системы «почва – растение – человек» определяется не только опасность накопления токсиканта в почве и пищевой продукции, но и влияние на количество и качество этой продукции и на функционирование почвенной системы в целом.

В процессе мониторинга состояния почвы в зонах загрязнения можно использовать, по мнению [15] интегральный показатель биологической продуктивности почвы (БПП) в виде функции, зависящей от активности дегидрогеназа (A_d), активности катализы (A_k), активности фосфатазы (A_{ϕ}), гидролитической кислотности (H_r), подвижности органоминеральных компонентов (C_n , P_n , N_n), как отношение суммы параметров ферментативной активности к содержанию компонентов в почвенном растворе по формуле:

$$БПП = (A_d + A_k + A_{\phi}) / (H_r + C_n + P_n + N_n). \quad (2.4)$$

Для оценки степени изменчивости свойств почвы при загрязнении рекомендуется использовать безразмерную величину реакции почвы:

$$K = (БПП_z - БПП_\phi) / БПП_\phi, \quad (2.5)$$

где $БПП_z$ и $БПП_\phi$ – величины, характеризующие биологическую продуктивность почв при загрязнении и фоне.

В работе [16] предложен методический подход для расчета балльных оценок различных пестицидов при определении приоритетности их содержания в почве, которые определяются по показателям: токсичности для теплокровных (способности кумуляции в организме), коэффициенту кумуляции, персистентности в почве, действию на почвенные ферментные процессы и биоту, миграции в почвенном профиле, транслокации в культурные растения, фитотоксическому действию через почву, реакции на инсоляцию, оценке по ПДК и ОДК, органолептическим воздействиям, летучести.

Для определения потенциальной опасности техногенных элементов по нагрузке на растения предложен коэффициент биотехногенности [17]:

$$H_p = B / K_p, \quad (2.6)$$

где B – величина поступления химического вещества в среду;

K_p – кларковое содержание этого вещества в растении.

Для оценки динамики поступления техногенных элементов в пищевые цепи можно использовать коэффициент динамической биотехногенности:

$$П = B / K_p \times M, \quad (2.7)$$

где M – прирост биомассы (урожай).

Поступление в почву отходов хозяйственной деятельности отрицательно сказывается на ее плодородии и продуктивности сельскохозяйственного производства [12, 18, 19-23]. Одним из критериев степени опасности загрязнения сельскохозяйственных земель служит показатель продуктивности сельхозпроизводства, обусловленный плодородием сельхозугодий.

В зависимости от степени влияния техногенного загрязнения абсолютная величина снижения величины показателя (P_ϕ) в зоне загрязнения по отношению к его среднестатистическому уровню (P_0) для незагрязненных территорий определяется разностью:

$$P = P_0 - P_\phi \quad (2.8)$$

Для оценки тенденций отрицательных последствий загрязнения почвы на продуктивность сельхозугодий можно использовать индексное ранжирование техногенных нагрузок. Методический принцип этого подхода можно представить отношением:

$$I = P_\phi / P_0. \quad (2.9)$$

Очевидно, что в случае возрастающего отрицательного влияния техногенного загрязнения на сельскохозяйственное производство ($P_{\phi} > P_0$) происходит увеличение значения P при $I > 1$. При убывании техногенного влияния P_{ϕ} и $I < 1$ происходит уменьшение значения P .

В работе [24] предложена общая схема оценки почв сельскохозяйственного назначения, загрязненных ТМ, которая может быть использована при отсутствии данных о специфике их конкретного действия.

Условно выделяют следующие категории загрязненности почв: **слабая** (содержание загрязнителей фоновое, но не выше 0,5 ПДК, возможность использования почв не ограничена); **допустимая** (более 0,5 ПДК, но не выше ПДК, при неограниченном использовании), **умеренная** (выше ПДК при лимитирующем общесанитарном показателе, но не выше допустимого уровня по транслокационному показателю при неограниченном использовании), **высокая** (превышение ПДК в почве при лимитирующем транслокационном показателе для ограничено используемых под сельхозкультуры с учетом растений – концентраторов), **чрезвычайно высокая** (превышение ПДК по всем показателям вредности, используемым при гигиеническом нормировании, для ограничено используемых под технические культуры и лесопарковые зоны).

В настоящее время разработаны основные методологические подходы к оценке степени опасности загрязнения почв с учетом основных факторов, определяющих уровень их воздействия на системы «почва – растение» и «почва – микробиоценоз». Опыт обращения с ОпО, основанный на обращении с ТО на Украине и в других странах, а также анализ чрезвычайных ситуаций, связанных с загрязнением ОПС при авариях и стихийных бедствиях, приводят к выводу, что понятие «опасные отходы» следует расширить. В него необходимо включать не только ПО, в которых возникают, или концентрируются вещества, обладающие опасными свойствами.

К разряду суперэкоотоксикантов относят радионуклиды, некоторые ТМ (Hg, Cd) и металлоиды (As, Se), являющиеся потенциальными мутагенами и канцерогенами. Деятельность человека сопровождается образованием ряда соединений, характеризующихся особой опасностью для ОПС и здоровья человека.

Эти вещества называют стойкими органическими загрязнителями (СОЗ). К ним относят некоторые соединения класса полициклических ароматических углеводородов, полихлорированные дифенилы, дибензофураны и дибензо-*п*-диоксины, а также пестициды, в т.ч. ДДТ, гексахлорбензол и ряд других органических соединений (в дальнейшем химические средства защиты растений или ХСЗР).

В европейских странах опасность загрязнения ОПС этими

веществами осознали в 70-х гг. XX в. Был подготовлен Протокол о СОЗ к Конвенции 1979 г., о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния. В подписании его в 1998 г. приняли участие большинство стран Европы, в т.ч. и Украина.

Следующим важным шагом к решению проблемы недопущения попадания в СОЗ в ОПС стала Стокгольмская Конвенция о СОЗ, в подписании которой в 2001 г. приняла участие Украина. Стокгольмская Конвенция о СОЗ была принята и открыта для подписания на Конференции полномочных представителей в мае 2001 г. Она является документом прямого действия, т.е. не регламентируется местными законами и постановлениями.

Стокгольмская Конвенция о СОЗ предусматривает для стран-участниц выполнение основных обязательств:

1) запрет и/или осуществление мероприятий по ликвидации производства и использования, а также импорта/экспорта следующих химических веществ: альдрин, хлордан, дильдрин, эндрин, гептахлор, гексахлорбензол, мирекс, токсафен, полихлорированные дифенилы (ПХД),

2) ограничение производства/использования ДДТ и полихлорированных би- и дифенилов, экологически безопасное удаление ПХД до 2028 г.,

3) разработка плана действий и национальной стратегии относительно уменьшения или ликвидации выбросов следующих СОЗ в результате их неумышленного образования:

– полихлорированных дибензо-*p*-диоксинов и дибензофуранов (ПХДД/ПХДФ);

– гексахлорбензола (ГХБ);

– полихлорированных дифенилов (ПХД);

4) содействие при внедрении лучших современных методов уменьшения или ликвидации выбросов СОЗ в ОПС источниками, которые уже существуют или будут созданы в будущем.

В настоящее время указанную Конвенцию подписали 152 страны, включая Европейский Союз, ратифицировали ее более 20 стран. На Украине накоплены значительные объемы СОЗ еще со времен бывшего СССР [25-27]. Вещества, которые известны как СОЗ – PERSISTENT ORGANIC POLLUTANTS (POPs) – являются наиболее токсичными и опасными химическими соединениями. Их объединяют 4 общих свойства:

1. Высокая стойкость к фотохимическому и микробиологическому окислению.

2. Способность к биоаккумуляции из-за высокой липофильности, позволяющей накапливаться в жировых тканях и продвигаться по пищевым цепям.

3. Способность к перемещению в ОПС на большие расстояния – с воздушными и водными потоками или мигрирующими видами

животных.

4. Способность вызывать отдаленные канцерогенные, мутагенные и др. эффекты.

По своим характеристикам 12 стойких органических загрязнителей, включенных в Стокгольмскую Конвенцию о СОЗ, распределяются на 3 группы.

Первая группа – высокотоксичные пестициды (ДДТ, диэлдрин, альдрин, гептахлор, мирекс, токсафен, эндрин, хлордан, гексахлорбензол). *Вторая группа* – промышленные продукты (в т.ч. ПХБ). *Третья группа* СОЗ является особой. Она представлена т.н. диоксинами – группой соединений, которые образуются как побочные продукты некоторых производств. Они в незначительном количестве постоянно присутствуют в любых производствах, которые используют хлор, особенно при высокотемпературных процессах.

Препараты 1 группы вызывают подавление и гибель вредных организмов при контакте с ними; системные препараты способны проникать в растения, перемещаться в их тканях и вызывать гибель вредного организма (сорного растения, возбудителя болезни, вредителя) в результате питания; гербициды по характеру действия подразделяются на избирательные и сплошного действия.

Принципиальная схема взаимного обмена стойкими органическими загрязнителями между объектами ОПС приведена на рис. 2.2 [28-33].

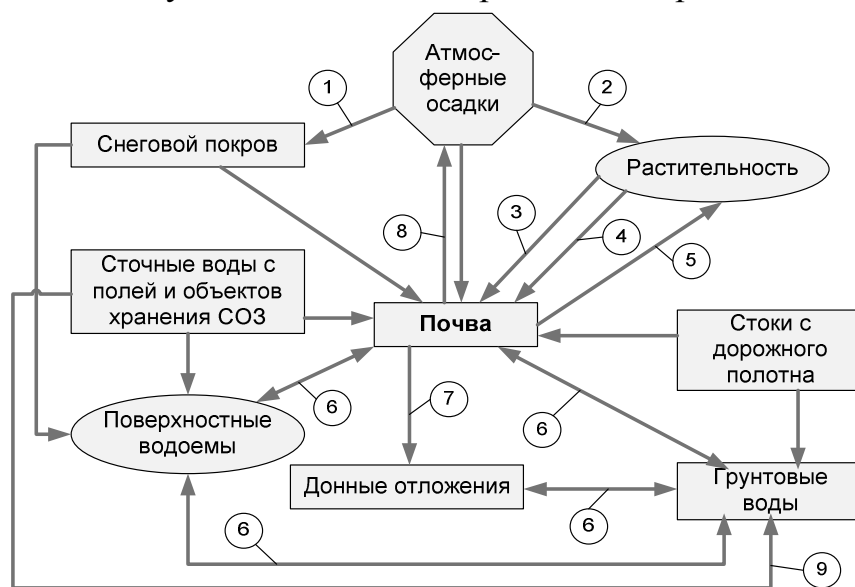


Рис. 2.2. Принципиальная схема взаимного обмена стойкими органическими загрязнителями между различными объектами ОПС.

Обозначения механизмов поступления СОЗ в ОПС:

- 1 – аккумуляция со снегом; 2 – концентрация на стволах, листьях и стеблях; 3 – опад;
4 – смыв осевших осадков дождем и снегом; 5 – корневое питание;
6 – взаимная инфильтрация растворов; 7 – смыв в донные отложения;
8 – ветровой пылеунос; 9 – инфильтрация растворов.

Для принятия стратегических решений о деятельности государственных органов при реализации административно-хозяйственных, научно-технических, эколого-гигиенических, социально-экономических проектов по обращению с СОЗ, следует руководствоваться схемой, приведенной на *рис. 2.3* [28, 29].

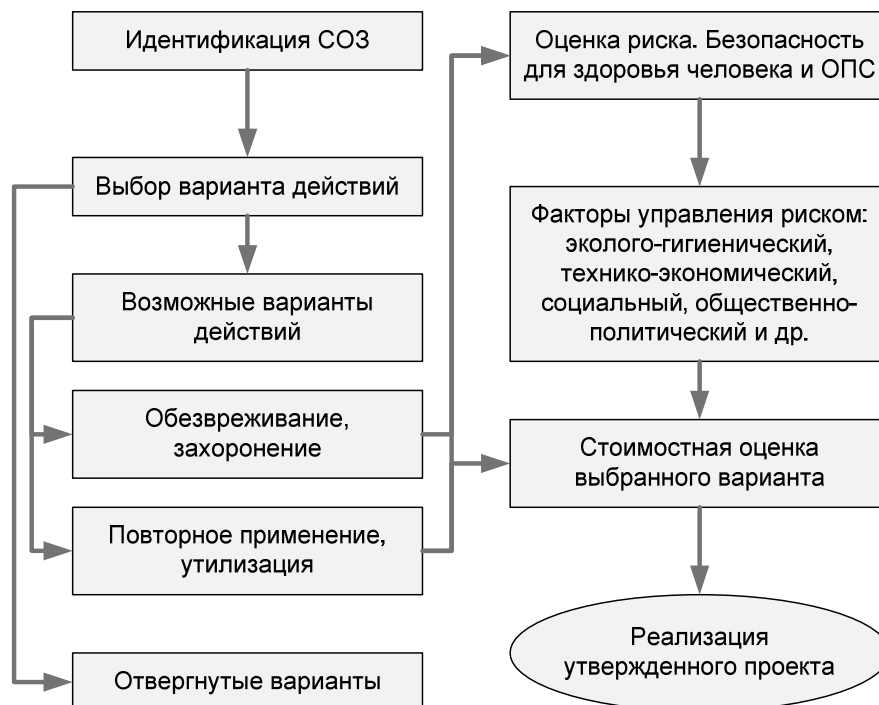


Рис. 2.3. Стратегическая схема реализации проекта обращения с СОЗ

Термины диоксины и фураны используют для описания двух групп СОЗ со схожими свойствами, многохлористые дибензо-*p*-диоксины и многохлористые дибензофураны. Они содержат 75 и 135 однородных веществ, соответственно. Из них 17 считаются очень ядовитыми. Т.к. эти вещества действуют аналогично, можно рассчитать их предполагаемую полную интенсивность.

Диоксины представляют собой широкую группу би- и трициклических галогенированных соединений. Общую структуру диоксинов составляют два ароматических кольца, связанные между собой двумя кислородными мостиками. Соединения, имеющие в основе только один кислородный мостик, составляют группу фуранов, которую также условно относят к диоксинам. Биологическую опасность этих веществ отражают существующие законодательные нормативы.

Максимально допустимая концентрация диоксинов (в диоксиновом эквиваленте) в воздухе населенных мест составляет 0,02 пг/м³, а в пищевых продуктах 0,001 пг/г. В странах ЕС в 1994 г. принята ПДК диоксинов в отходящих газах 0,1 нг/м³. Диоксины образуются в химических, целлюлозно-бумажных, металлургических, нефтеперерабатывающих, энергетических, мусороперерабатывающих и др. производствах. Они попадают в ОПС и в организм человека из

промышленной продукции (пестициды, бумага, пластмассы и др.), выхлопных газов автомобилей, хлорированной воды, выбросов мусоросжигательных заводов (МСЗ).

Некачественное захоронение диоксинсодержащих ПО нередко приводило к техногенным катастрофам. Попадая в живые организмы, диоксины накапливаются и модифицируют биохимические процессы. У человека они подавляют иммунитет, влияют на генную систему, вызывают онкологические заболевания, мешают нормальной работе эндокринных желез, нарушают все обменные процессы.

Существующее многообразие семейства диоксинов (несколько тысяч) объясняется степенью их галогенирования атомами Cl или Br (для замещения имеются восемь атомов H), а также изомерией. С точки зрения токсикологии особо опасными являются вариации 2,3,7,8-тетрахлордibenзо-*n*-диоксин и 2,3,7,8-тетрахлор-дibenзофуран, т.е. имеющие 4 атома Cl в латеральных положениях 2,3,7,8.

Исследования данных веществ ведутся давно, однако применительно к процессам переработки ПО и ТБО они начались только с 1978 г., когда было доказано наличие диоксинов в выбросах МСЗ, и продолжаются по сей день. В связи с увеличением числа МСЗ доля выбросов диоксинов от МСЗ выходит на первое место.

Для того чтобы устранить опасность выбросов диоксинов, необходимо знать их источники, физико-химические свойства, условия образования и разрушения. Все диоксины являются кристаллическими соединениями с температурами плавления 200-400°C. Они хорошо растворяются в органических растворителях, жирах, в недистиллированной воде благодаря наличию в ней гуминовых и фульвокислот, способных образовывать комплексы с ними.

Диоксины, переходя в воду и почву, образуют комплексы с органическими веществами. Обладая высокими адгезионными свойствами, они легко прилипают к частицам пыли, почве, иловым осадкам в водоемах и переносятся ими. Эмиссия диоксинов из дымовой трубы предприятия существенно связана с выбросами частиц пыли и углерода. На ряде заводов газоочистка основана на практически полном поглощении диоксинов из дымовых газов при пропускании их через фильтры с активированным углем или тканевые фильтры, способные эффективно выделять золу из газа.

Основным мероприятием для подавления процесса выделения диоксинов является уменьшение выбросов органического углерода, т.е. обеспечение полного его выгорания, а также контроль уровня CO, как основного показателя полноты сжигания и остаточной концентрации диоксинов.

Для группы диоксинов характерны реакции хлорирования, бромирования, нитрования, нуклеофильного замещения и гидролиза в

сильнощелочных спиртовых растворителях при нагревании. Диоксины стабильны по отношению к сильнощелочным и сильноокислым средам в некаталитических условиях. Это приводит к их накоплению в природе, т.к. период их разложения в почве составляет 10-20 лет, а в воде около 2 лет.

Диоксины обладают высокой термостойкостью. Эффективное разложение этих веществ происходит только при температурах выше 1250°C и выдержке более 2 с. Их термическое разложение при меньших температурах является обратимым процессом. При 200-450°C они синтезируются вновь. Это происходит при традиционной технологии мусоросжигания, где образование диоксинов наблюдается на выходе охлажденного газа из котла-утилизатора за счет реакций хлора (HCl , Cl_2 , хлорорганических соединений и др.) и органического углерода в присутствии катализаторов (например, меди). В этом случае количество диоксинов существенно не зависит от содержания Cl или Br в топливе.

При нагреве хлор- бромсодержащих органических веществ (например, поливинилхлорида) диоксины образуются в интервале 500-1200°C, максимум их образования приходится на 600-800°C. Процесс протекает в 2 стадии: возникающие хлор(бром)бензолы сначала преобразуются в фенолы и дифениловые эфиры, а затем в присутствии кислорода – в смесь диоксинов и фуранов.

В промышленных углеродистых отходах (например, шламах углеобогажительных фабрик) количество хлора связано с содержанием его в угле. Если хлора в угле 0,3-0,7%, можно прогнозировать его содержание в угольном шламе 0,1-0,4%. При пиролизе угля хлор практически полностью переходит в газовую фазу по мере нагревания сырья до 550-600°C в инертной атмосфере или до 700-900°C при наличии окислительной среды с образованием хлористого водорода и последующих «преддиоксинов» и диоксинов.

Известны хлорароматические (полихлорбифенилы), хлоролефиновые, хлорфенольные и другие вещества, которые при высоких температурах преобразуются в диоксины. Объем образования диоксинов существенно зависит не только от состава сырья, но и от условий проведения процесса. Факторами, способствующими образованию диоксинов, являются температура выше 150°C, щелочная среда, наличие в газах частиц углерода, золы, CO , хлоридов и соединений меди, как катализаторов. Уменьшая влияние этих факторов, можно добиться малой постоянной концентрации диоксинов в продуктах переработки независимо от содержания галогенов в исходном сырье.

В мировой практике накоплен определенный опыт в решении проблемы диоксинов. Наиболее существенный вклад сделала Германия. Однако даже при имеющихся жестких нормативах на выбросы диоксинов и наиболее современных технологиях их улавливания при сжигании мусора в Германии выбрасывается диоксинов около 4 кг/год. Необходимо

иметь в виду, что выброс только 400 г диоксинов при аварии в г. Севезо (Италия) привел к экологической катастрофе.

Принципиальная схема поступления токсичных соединений в организм человека и вывода из него приведена на *рис. 2.1*.

Широко применяемые в мировом агропромышленном комплексе химические средства защиты растений (ХСЗР) классифицируют по химическому составу действующего вещества, целевому назначению, характеру действия на организм. Действующие вещества пестицидов по природе происхождения классифицируют на биологические и химические.

Биологические – это вещества (смеси веществ) или живые организмы растительного, бактериального, грибного или вирусного происхождения. **Химические** – это неорганические или органические соединения, полученные химическим путем.

Наибольшее распространение имеют ХСЗР, в качестве действующих веществ, которых используют химические органические соединения. В зависимости от способности проникновения во вредный организм, характера и механизма воздействия на него пестициды подразделяются на две группы: контактного и системного действия.

Значительные объемы и состояние устаревших и запрещенных к использованию ХСЗР, условия их хранения, состояние упаковки, вероятность несанкционированного доступа к ним и неконтролируемого использования в быту, масштабы риска для населения и ОПС, особенно в чрезвычайных природных и техногенных ситуациях, выдвигает проблему этой категории веществ в число первоочередных эколого-социальных проблем.

При сохранении биологической активности действующего вещества, т.е. приемлемом снижении его содержания в препаративной форме, ХСЗР может быть использовано с корректировкой норм расхода применительно к местным условиям, или объектам, подлежащим обработке. Такой вариант использования устаревших ХСЗР экологически и экономически наиболее целесообразен.

При выборе методов утилизации и их технологических параметров по каждому ХСЗР необходимо, по возможности, наличие информации: химическая группа и химическое название, строение действующего вещества, пожаро-, взрывоопасность, токсичность, химическая агрессивность, растворимость и др.

По применению ХСЗР подразделяют для борьбы на основные группы: инсектициды – с вредными насекомыми; акарициды – с вредными клещами; нематициды – с вредными нематодами; родентициды – с вредными грызунами; фунгициды – с фитопатогенными грибами, возбудителями заболеваний растений; гербициды – с сорными и ядовитыми растениями; регуляторы роста растений – для стимулирования

или торможения роста; дефолианты и десиканты – для удаления листьев или подсушивания растений.

Классификация по объектам применения достаточно условна, т.к. многие ХСЗР обладают универсальностью действия. В зависимости от способности проникновения в организм, характера и механизма воздействия на него ХСЗР подразделяются на 2 группы: контактного и системного действия. В виде чистого действующего вещества ХСЗР практически не применяют. Действующее вещество входит в состав препаративной формы, применение которой должно обеспечивать наиболее эффективное и безопасное его использование [25-29].

Многообразие объектов применения и различная природа используемого химического соединения требует создания большого числа форм препаратов. Препаративная форма обусловлена физико-химическими свойствами действующего вещества, его назначением и способом использования. Наиболее распространенными формами применения ХСЗР являются дусты, смачивающиеся и растворимые порошки, концентраты, эмульсии, растворы, воде или органических растворителях, гранулированные препараты, суспензионные концентраты и др.

Широкое и длительное применение ХСЗР в сельском и лесном хозяйстве привело к тому, что большое их количество циркулирует в объектах ОПС. Однако, в отличие от других химических веществ ХСЗР имеют ряд особенностей, не позволяющих в существенной мере снизить уровень загрязнения ОПС при их использовании. Несоблюдение условий безопасного обращения с пестицидами в процессе хранения, складских операций, транспортировки и применения может привести к образованию локальных источников загрязнения ОПС.

В атмосферу ХСЗР в больших количествах могут попадать непосредственно при применении и в результате испарения с поверхности почвы, растений или воды. Наибольшее количество ХСЗР попадает в атмосферу при авиационном применении, а также при высоких температурах воздуха, повышающих летучесть действующего вещества. Воздушными течениями пары и аэрозоли могут переноситься на значительные расстояния. Действующие вещества с высокой летучестью и низкой персистентностью сравнительно быстро разрушаются и не накапливаются в объектах ОПС.

ХСЗР, попадающие на почву, испаряются медленнее за счет адсорбции почвенными коллоидами. Скорость испарения препаратов с поверхности почвы зависит как от ее свойств и структуры, так и от влажности, температуры и скорости движения воздуха. Их испарение с поверхности воды, в растворе которой они находятся, подчиняется общим физическим закономерностям летучести растворенных веществ и растворителя; плохо растворимые в воде вещества улетучиваются также совместно с парами воды. Чем выше давление паров препарата, тем легче

он испаряется и из гидросферы переходит в атмосферу.

Испарение ХСЗР с поверхности растений протекает аналогично, однако большинство препаратов легко проникает внутрь листьев, что существенно снижает процесс их испарения. В связи с тем, что в атмосфере всегда имеется некоторое количество паров воды, наряду с окислением химических соединений происходит их гидролиз. Большинство ХСЗР относительно быстро разрушается в атмосфере за счет фотохимического окисления и гидролиза [30-33].

Из атмосферы ХСЗР могут попадать в водоемы и почву вместе с осадками или прямым осаждением капель и твердых частиц в результате сноса ветром при опрыскивании или опылении или при непосредственном внесении в водоемы и подземные воды – в результате постепенного вымывания из поверхностных слоев почвы в более глубокие слои.

В зависимости от растворимости ХСЗР в воде на короткий срок могут создаваться различные их концентрации. Чем выше растворимость препарата, тем большие его концентрации могут накапливаться при попадании в воду. Это особенно опасно для персистентных препаратов, т.к. их воздействие на организм может продолжаться длительное время.

Некоторые ХСЗР в незначительных концентрациях могут изменять органолептические свойства воды (запах, вкус), отрицательно влиять на процессы образования кислорода фитопланктоном, на жизнедеятельность обитателей водных экосистем, передаваться по цепям питания и аккумулироваться в продуктах.

Одним из важных критериев применения ХСЗР является их токсичность для гидробионтов и способность к биоконцентрированию в планктоне, позвоночных и беспозвоночных организмах. Однако большинство пестицидов достаточно быстро разлагаются в водной среде, в связи с чем применение их в сельском хозяйстве не влечет за собой значительных отрицательных последствий.

Наибольший объем применяемых ХСЗР попадает в почву, являющуюся одной из основных экосистем. Поведение в почве различных групп пестицидов, в зависимости от их строения, различно. Продолжительность сохранения пестицидов в почве зависит от их химических и физических свойств, дозы, препаративной формы, типа почвы, ее влажности, температуры и физических свойств, состава почвенной микрофлоры, видового состава произрастающих растений.

ХСЗР, внесенные в почву в виде гранул, сохраняются в ней более продолжительное время, чем порошкообразные и жидкие. При этом они более стойки в почвах с высоким содержанием органического вещества и илистой фракции. Почва вместе с населяющими ее организмами является универсальным биологическим адсорбентом и нейтрализатором различных органических соединений. Механизм метаболизма ХСЗР в почве под влиянием микроорганизмов сводится к следующим основным реакциям:

дегалоидирование, дезалкилирование, разрыв эфирной связи, гидроксילирование ароматического кольца и разрыв его.

Однако большие концентрации в почве различных химических соединений, обладающих высокой биологической активностью, могут отрицательно влиять на жизнедеятельность почвенных организмов, накапливаться в почве, что может отрицательно влиять на способность биосферы к самоочищению.

На персистентность ХСЗР в почве большое влияние оказывает также их химическая стабильность, в частности, возможность трансформации под действием гидролиза, приводящего к разложению действующего вещества с образованием менее токсичных соединений. Ряд пестицидов легко окисляется кислородом воздуха, что особенно характерно для производных тио-, дитиофосфорной и фосфоновой кислот, а также при наличии в молекуле сульфидных и других окисляющих групп.

Многие ХСЗР в обычных дозах не оказывают ингибирующего действия на развитие почвенных микроорганизмов, действие их на биологические процессы в почве проявляется лишь при повторном и многократном применении или при превышении нормы расхода. Менее опасны для почвенной фауны нестойкие, быстро разлагающиеся пестициды.

В отличие от большинства органических соединений, подвергающихся в ОПС фотохимическому разложению и испарению, препараты, содержащие ртуть, мышьяк, медь, цинк и некоторые другие, не могут превращаться в нетоксичные соединения, поэтому накапливаются в почве и водоемах. Медленное разложение ряда органических соединений – препаратов ДДТ, диенового синтеза и некоторых других хлор-, ртуть-, мышьяксодержащих – позволяет отнести их к СОЗ и вызывает необходимость принятия мер к предотвращению поступления этой группы веществ в атмосферу, водоемы, почву.

Наряду с поведением ХСЗР в воде и почве, большое значение имеет скорость метаболизма в организме человека, животных и растений, а также характер образующихся метаболитов. Показателям скорости и направления метаболизма пестицидов уделяется большое внимание, так как при быстром метаболизме и выведении его продуктов из организма человека и животных могут быть исключены отдаленные последствия использования препаратов.

Накопление ДДТ, полихлоркамфена в гидробионтах и рыбе может превышать содержание их в воде на один-два порядка. Преимуществом фосфорорганических соединений является относительно малая стойкость в объектах ОПС, однако некоторые пестициды (метилмеркаптофос, антио, фосфамид, дурсбан) могут сохраняться в почве в течение года, а карбофос – превращаться в более активные соединения. Пестициды этой группы меньше, чем хлорорганические, загрязняют пищевые продукты при

обработке сельскохозяйственных культур и животных.

Ртутьорганические соединения являются веществами высокой опасности; обладают повышенной летучестью, особенно этилмеркурхлорид. Препараты ртути отличаются стойкостью в биологических средах, могут длительное время сохраняться в них без изменений. Тем не менее, в почве под влиянием микроорганизмов, а также при нагревании и интенсивном освещении препараты ртути медленно разрушаются с выделением металлической ртути.

Из объектов ОПС ртуть может попадать в пищевые цепи человека, продукты растительного и животного происхождения. Попавшая в организм ртуть органических соединений быстро проникает в ткани, особенно богатые липидами, чем может объясняться преимущественное поражение нервной системы.

Производные карбаминовой, тио- и дитиокарбаминовой кислот являются умеренно стойкими веществами в объектах ОПС. Карбаматы адсорбируются, в основном, органическими коллоидами почв. Многие препараты этой группы сравнительно летучи. Кумулятивные свойства карбаматов или не выражены, или выражены слабо.

Продукты распада дитиокарбаматов обладают более выраженными токсичными и кумулятивными свойствами, чем исходные пестициды; бывают более стойкими, чем сами препараты.

Производные карбаминовой, тио-, дитиокарбаминовой кислот, продукты их превращения обладают высокой биологической активностью, канцерогенностью, мутагенностью. Производные арилоксиалкилкарбоновых кислот (2-хлорфеноксиуксусной, хлорфеноксимасляной и хлорфеноксипропионовой кислот), представляющих одну из основных групп гербицидов, обладают высокой биологической активностью, являются умеренно стойкими веществами; разложение их в почве происходит в течение 2-6 мес. под действием микроорганизмов и зависит от температуры, влажности и типа почвы.

Галоидзамещенные анилиды карбоновых кислот малоперсистентны в объектах ОПС, однако, некоторые из них могут накапливаться в рыбе и водных растениях. У отдельных представителей обнаружены мутагенные (лассо, рамрод), канцерогенные (лассо), выраженные кумулятивные (пропанид) свойства.

Производные мочевины, занимавшие 4 место среди всех гербицидов на мировом рынке, в настоящее время имеют меньший спрос из-за строгого регламентирования их применения. Многие препараты обладают канцерогенными свойствами. Производные урацила (ленацил) в воде сохраняются 5-8 месяцев, нарушают общий санитарный режим водоемов, обладают умеренно выраженными кумулятивными свойствами.

Гербициды из группы симм-триазинов являются одной из наиболее распространенных на мировом рынке группой препаратов. Однако они

обладают рядом общих недостатков – долго сохраняются в почве, мигрируя в ней, способны проникать в грунтовые воды. Эти препараты обычно не кумулируют в организме животных, за исключением пропазина. У некоторых представителей обнаружены цитогенетическое, слабое бластомогенное действия и слабый мутагенный эффект.

Нитро- и галоидпроизводные фенола относятся к нестойким в ОПС веществам, быстро вымываются из почвы или разрушаются до нетоксичных соединений. В культурных растениях и урожае практически не накапливаются. Обладают слабовыраженными кумулятивными свойствами.

У ряда синтетических пиретроидов обнаружена способность подавлять широкий круг вредных насекомых. Они обладают относительно низкой токсичностью для теплокровных, быстро разлагаются до безопасных веществ в ОПС, не фитотоксичны, что позволяет проводить обработки в близкие к сбору урожая сроки.

Медьсодержащие соединения, как неорганические, так и органические, стабильны во внешней среде, активно участвуют в круговороте веществ, переходят из почвы в растения, употребляемые в пищу человеком и животными. При внесении в почву, а также при обработке наземных частей растений ими могут загрязняться открытые водоемы и подземные источники водоснабжения. Поведение в почве медьсодержащих препаратов зависит от типа почвы, ее физико-химических свойств, содержания гумуса, влажности.

Препараты меди оказывают бактерицидное действие на микрофлору почвы и водоемов, что может привести к ее угнетению и нарушению процессов минерализации органических веществ. Решение экологических аспектов применения пестицидов может быть осуществлено за счет совершенствования ассортимента, получения менее токсичных веществ, способных быстро разлагаться в объектах ОПС до нетоксичных компонентов, более эффективных и более селективных действующих веществ, интегрированного метода защиты растений, предотвращения попадания в ОПС препаратов в период хранения, транспортировки.

– Длительное применение ХСЗР привело к тому, что значительный их объем циркулирует в объектах ОПС и организмах людей и животных. В отличие от других химических веществ, они имеют особенности, не позволяющие существенно снизить уровень загрязнения ими ОПС [34-41].

Продолжительность сохранения ХСЗР в почве зависит от их химических и физических свойств, дозы, препаративной формы, типа почвы, ее влажности, температуры и физических свойств, состава почвенной микрофлоры, видового состава произрастающих растений.

В отличие от большинства ХСЗР, подвергающихся в ОПС фотохимическому разложению и испарению, препараты, содержащие Hg,

As, Cu, Zn и некоторые другие, не могут превращаться в нетоксичные соединения и накапливаются в почве и водоемах. Характерными свойствами галоидопроизводных углеводов является стойкость к воздействию температуры, инсоляции, влаги и др. факторов. Многие хлорорганические соединения обнаруживаются в объектах ОПС через несколько лет после применения. Их спецификой является нарастание концентрации в следующих звеньях биологической цепи.

Инвентаризацию ХСЗР ведут для установления их ассортимента, объемов, состояния упаковки, соответствия состава и свойств паспортным данным. По ее результатам принимают решение о возможном их применении по назначению в рекомендуемых объемах с учетом поправок или уничтожении. Проведение инвентаризации ХСЗР должно предусматривать следующие этапы:

- получение полной и достоверной информации о ХСЗР и объектах их размещения;
- соблюдение единых методологических и методических подходов для сопоставимости получаемых результатов;
- определение реальной и потенциальной опасности ХСЗР для персонала и ОПС и принятие мер по снижению этой опасности;
- обеспечение персонала необходимыми средствами индивидуальной защиты, соблюдение требований по охране труда;
- установление мест и условий хранения пригодных к использованию и неиспользуемых ХСЗР;
- проведение отбора проб ХСЗР, анализов по идентификации обезличенных препаратов по унифицированным методикам, анализов качества препаратов, планируемых к дальнейшему применению;
- выбор оптимальной упаковки, перезатаривание и снабжение этикетками;
- сбор и подготовка препаратов к транспортировке, хранению или утилизации.

Инвентаризация и идентификация должны проводиться по единым методикам, что позволит получить объективную и сопоставимую информацию об ассортименте и объемах устаревших пестицидов и обеспечить унифицированную обработку и анализ данных по проблеме в целом. Виды, объемы и состояние вышеперечисленных ХСЗР, качество тары, затраты на перезатаривание могут быть установлены при проведении их инвентаризации на складах и в иных местах размещения. Ухудшение маркировки или ее утрата, а также образование смесей различных препаратов вызывает необходимость их идентификации, по результатам которой определяют условия дальнейшего хранения (размещения) или выбирают способ их утилизации.

Основные физико-химические свойства и токсиколого-гигиенические характеристики ХСЗР [34-41]

Пестициды в виде чистого действующего вещества практически не применяются. Действующее вещество входит в состав препаративной формы, применение которой должно обеспечивать наиболее эффективное и безопасное его использование. Многообразие объектов применения и различная природа используемого химического соединения вызывает необходимость создания большого числа форм препаратов.

Выбираемая препаративная форма определяется физико-химическими свойствами действующего вещества, его назначением и способом использования. Наиболее распространенными формами применения пестицидов являются дусты, смачивающиеся порошки, растворимые порошки, концентраты эмульсии, растворы в воде или органических растворителях, гранулированные препараты, водорастворимые гранулы, суспензионные концентраты и другие [42-45].

Дусты представляют собой механическую смесь действующего вещества и хорошо измельченного наполнителя (частицы размером 3-30 мкм). В качестве наполнителей для приготовления дустов используют тальк, каолин, силикагель и различные глины. Для уменьшения непроизводительной распыляемости и потери за счет сноса мелких частиц к дустам добавляется 3-5% минерального масла. Дусты содержат обычно не более 15% действующего вещества.

Смачивающиеся порошки являются порошкообразными препаратами, при разбавлении которых водой образуются устойчивые суспензии. Смачивающиеся порошки являются высокодисперсными, содержат не менее 80% частиц размером до 3 мкм. Кроме действующего вещества, в состав смачивающихся порошков входят наполнители, поверхностно-активные и вспомогательные вещества. Обычно смачивающиеся порошки содержат 10-90% действующего вещества, 2-10% диспергатора, оставшуюся часть составляет наполнитель.

Широкое применение имеют смачивающиеся порошки, содержащие 70-80% действующего вещества. В качестве наполнителя используют силикагель, каолин, бентонит или белая сажа (аэросил); диспергаторами являются синтетические моющие вещества, алкилированные эфиры, полиэтилен – и полипропиленгликоли (вещества типа ОП-7, ОП-10) и др. вещества с аналогичными свойствами.

Новыми формами смачивающихся порошков являются сухие текучие суспензии, представляющие собой микрогранулы, распадающиеся в воде с образованием стойкой рабочей жидкости. В состав таких препаратов, кроме действующего вещества и диспергатора, входит органический растворитель.

Гранулированные препараты представляют собой пропитанные действующим веществом пестицида гранулы из различных минералов. В

состав большинства гранулированных препаратов входит от 0,5 до 20% действующего вещества, 1-10% связующих смол и наполнитель. В зависимости от способа применения пестицида в качестве наполнителя используют бентонит, каолин, трепел, удобрения (суперфосфат, мочевины), пищевые отходы.

В виде **водных растворов** выпускают пестициды с хорошей растворимостью в воде действующих веществ, чаще всего гербициды, регуляторы роста растений. Для повышения смачиваемости листьев и снижения поверхностного натяжения к водным растворам добавляют ПАВ.

Растворы пестицидов в органических растворителях выпускают для ультрамалообъемного опрыскивания, для борьбы с паразитами человека и животных, для отпугивания кровососущих насекомых и клещей. Препараты этой группы являются легковоспламеняющимися жидкостями и обладают высокой токсичностью.

Концентраты эмульсий представляют собой гомогенные растворы действующего вещества, эмульгатора и вспомогательных веществ в органическом растворителе, которые при разбавлении водой перед использованием дают устойчивые эмульсии. В качестве растворителя могут быть использованы различные органические соединения, в том числе нефтяные масла, ароматические углеводороды и их смеси, спирты и эфиры.

Эмульгаторами служат сульфонаты кальция, эфиры, полиэтилен-, полипропиленгликоли, мыла, соли нафтенных кислот. Входящие в состав препаративной формы вспомогательные компоненты, как правило, определяют ее внешний вид, пожароопасность, вид упаковки, температурные условия хранения. Концентраты эмульсии являются в большинстве случаев горючими и легковоспламеняющимися жидкостями.

От физико-химических свойств действующего вещества зависят биологическая активность, токсиколого-гигиенические показатели, пожаро-, взрыво- и экологическая опасность препарата [45-48]. Сочетание этих характеристик в готовом препарате определяют в целом его назначение, способы и нормы применения, токсичность для человека и теплокровных животных, экологическую и пожарную опасность.

Наличие информации о составных компонентах препаративных форм пестицидов является обязательным условием при проведении работ по инвентаризации и идентификации устаревших пестицидов, а также при выборе способа уничтожения или захоронения таких препаратов.

Характеристика пестицидов, относящихся к СОЗ

Наибольшую проблему обезвреживания токсичных ПО, в т.ч. пестицидов, создают вещества (продукты), выделенные в группу СОЗ. Пестицидные препараты, относящиеся к этой группе, обладают высокой

токсичностью, устойчивы к разрушению в естественных условиях, плохо растворимы в воде, проявляют биокумулятивные свойства в жировой ткани, мобильность в пищевых звеньях и выраженную способность накапливаться в живых организмах [45-48].

Среди запрещенных к применению пестицидов группа СОЗ представлена в основном хлорорганическими соединениями. Эта группа может быть дополнена ГХЦГ, имеющимся в больших объемах на складах в виде выпускаемых ранее препаративных форм и в смесях (в основном, с ДДТ), а также высокотоксичными Hg-содержащими фунгицидами, к захоронению которых предъявляют наиболее жесткие требования. Характеристика ряда этих препаратов приведена ниже.

Альдрин (окталин) – 1,2,3,4,10,10-Гексахлор-1,4-эндо-5,8-экзодиметилен-1,4,4а,5,8,8а-гексагидронафталин. Белое кристаллическое вещество без запаха; температура плавления чистого – 104,5°C, технического – 45-50°C; растворимость в воде – 0,07-0,01%, хорошо растворим в органических растворителях. Летучесть при 20°C – $4,5 \times 10^{-5}$ мг/дм³, при 40°C – $1,36 \times 10^{-3}$ мг/дм³. Химически стабилен, термически устойчив, малочувствителен к свету. Относится к сильнодействующим ядовитым веществам (чрезвычайно опасным), очень опасен при ингаляционном воздействии и при поступлении через кожу. Кумулятивные свойства выражены очень резко. Раздражающими свойствами не обладает. В герметичной упаковке сохраняется неограниченное время.

Дильдрин (окталокс) – 1,2,3,4,10,10-Гексахлор-1,4,5,8-диэндометилен-6,7-эпоксид-1,4,4а,5,8,8а-гексагидронафталин. Действующее вещество – белые кристаллы с запахом нафталина. Температура плавления 172-176°C. Летучесть при 20°C – 0,016 мг/м³. Отмечена довольно высокая летучесть дильдрина с обработанных участков, составляющая в первые 12 часов после обработки 650 г/га. В воде нерастворим (0,005 мг/100 см³ при 26°C); хорошо растворяется в органических растворителях: ацетоне – 54 г/100 см³, бензоле – 75 г/100 см³, гексане – 7,7 г/100 см³ при 26°C).

Химически и термически стабилен. Стоек к щелочам, слабым кислотам, свету. Выпускается в форме 1%-го дуста, 20%-го концентрата эмульсии, 50%-го смачивающегося порошка. ПДК в воздухе 0,01 мг/м³; обладает высокой кожной токсичностью (ЛД₅₀-50-120 мг/кг). В герметичной таре может сохранять свойства практически неограниченное время.

Гексахлорбензол (ГХБ) – инсектицид, фунгицид. Подробное изучение токсичных свойств ГХБ показало, что он является диоксиноподобным токсикантом.

Эндрин (эндрекс) – 1,2,3,4,10,10-гексахлор-6,7-эпоксид-1,4,4а,5,6,7,8,8а-октагидро-экзо-1,4-экзо-5,6-диметаннафталин. Белое кристаллическое вещество с температурой плавления 226-230°C (с разложением). Практически нерастворим в воде, хорошо растворяется в

органических растворителях. Устойчив в кислых и щелочных средах. Более токсичен для человека и животных, чем альдрин и дильдрин, превосходит их по инсектицидной активности. Относится к I классу опасности. Выпускается в виде 20%-го эмульгирующегося концентрата, 50%-го смачивающегося порошка, 1-2%-го дуста, 1-5%-ных гранул. Высоко стабилен при хранении.

Мирекс – додекахлорпентацикло[5,2,1,0^{2,6},0^{3,9},0^{5,8}]-декан. Белое кристаллическое вещество с температурой плавления 485°C. Практически нерастворим в воде, умеренно – в органических растворителях. В ксилоле при 25°C растворяется 14,3%, в бензоле – 12,2%, в тетрахлориде углерода – 7,2%. Летучесть – 0,16 мг/м³. Является среднетоксичным ХСЗР (ЛД₅₀ – 300-600 мг/кг), при однократном попадании в желудок или на кожу обладает способностью к сверхкумуляции (коэффициент кумуляции менее 1), вызывая патологические изменения ряда систем организма.

В объектах ОПС весьма персистентен. Главным продуктом превращения в почве является **хлордекан**. В герметичной упаковке сохраняет свойства практически неограниченное время.

Хлордан (велзикол, октахлор, хлориндан) – 1,2,4,5,6,7,8,8-октахлор-1,4-эндометилен-3а,4,7,7 а-тетрагидроиндан. Светло-желтое масло без запаха. Температура кипения – 175°C при 2 мм рт. ст. Практически нерастворим в воде, хорошо растворяется в большинстве органических растворителей. Летучесть – 0,2 мг/м³. Выпускается в виде 50-70%-ных эмульгирующихся концентратов, 5-10%-ных гранул, 2-20%-ных растворов в керосине. Среднетоксичен, обладает высокой хронической токсичностью, может вызывать отравления при систематическом воздействии в малых дозах, отличается большой персистентностью в объектах ОПС.

При воздействии на хлордан воды выделяется хлористый водород, сильно корродирующий металлы, что необходимо учитывать при хранении препарата. Допускается хранить лишь в таре со специальным антикоррозионным покрытием.

Гептахлор (велзикол 104, гептазол, гептанал) – 3а,4,7,7а-тетрагидро-4,7-метано-1,4,5,6,7,8,8-гептахлоринден. Технический гептахлор – коричневая воскообразная масса, нерастворимая в воде и хорошо растворяющаяся в органических растворителях. Температура плавления технического продукта 46-74°C, чистого – 95-96°C. Упругость пара 3×10⁻⁴ мм рт. ст. при 25°C. Летучесть – 6 мг/м³. Устойчив к действию света, влаги, воздуха, высокой температуры. В почве устойчив. Через год после внесения остаются 45%, через 3 года – 10% исходного количества.

Выпускается в виде 22%-го концентрата эмульсии, дустов, смачивающегося порошка. Высокотоксичен: Обладает резко выраженными кумулятивными свойствами, проявляет кожно-резорбтивное и канцерогенное действие. В организме животных окисляется с

образованием эпоксида гептахлора, более токсичного, чем гептахлор. В железной таре без доступа воздуха может сохранять свойства практически неограниченное время.

Гексахлорбензол – 1,2,3,4,5,6-гексахлорбензол. Чистый препарат представляет собой белые пластинчатые кристаллы. Температуры плавления 231°C . Давление пара при 20°C – $10,8 \times 10^{-6}$ мм рт. ст. Летучесть – $0,17 \text{ мг/м}^3$. Практически не растворяется в воде, этаноле, хорошо растворяется в органических растворителях, устойчив к действию света, кислот, щелочей.

Выпускается в виде 30%-го порошка. Малотоксичен, обладает сильно выраженными кумулятивными свойствами (коэффициент кумуляции 1). СК_{50} – 20 мг/м^3 . Раздражает слизистые оболочки и кожу. В герметичной таре может сохранять свои свойства практически неограниченное время.

Гексахлоран (гексахлорциклогексан) – смесь стереоизомеров; активным инсектицидом из них является гамма-изомер. Белый кристаллический порошок, нерастворим в воде, хорошо растворяется в органических растворителях. Устойчив к действию окислителей и концентрированных кислот (серной, азотной, соляной) даже при температуре их кипения. Термически стоек, при высоких температурах возгоняется с образованием густого белого дыма.

Используется в виде дустов, эмульсии, смачивающихся порошков, дымовых шашек. Слабо разрушается под действием ультрафиолетового излучения, из-за высокой летучести быстро испаряется с обработанных поверхностей, особенно при высоких температурах. При однократном поступлении в организм обладает средней токсичностью. Кумулятивные свойства резко выражены. В почве разрушение изомеров гексахлорциклогексана идет медленно.

Температура плавления – $111,8^{\circ}\text{C}$, летучесть при 20°C – $0,00009 \text{ мг/дм}^3$. Под действием щелочей или высокой температуры разлагается с отщеплением HCl . Токсичность гамма-изомера – изомера гексахлорана при однократном воздействии выше, чем гексахлорана.

ДДТ – 1,1-ди (4-хлорфенил)-2,2,2-трихлорэтан. Белое кристаллическое вещество, температура плавления – $108,5\text{-}109^{\circ}\text{C}$. Давление паров при 20°C – $1,5 \times 10^{-7}$ мм рт. ст.; летучесть – $0,004 \text{ мг/м}^3$. Растворимость в воде $0,001 \text{ мг/дм}^3$. Хорошо растворим в органических растворителях: ароматических углеводородах и их галогенопроизводных, кетонах, сложных эфирах карбоновых кислот. Плохо растворим в алифатических и алициклических углеводородах (до 4%).

Выше температуры плавления подвергается дехлорированию с образованием дихлордифенилдихлорэтилена (ДДЕ). Реакция катализируется железом, хлоридами алюминия, УФ-светом, щелочными растворами. Вызывает сенсibilизацию организма на повторное

воздействие. Оказывает местное раздражающее и кожно-резорбтивное действие. Кумулятивные свойства выражены резко. Коэффициент кумуляции – 0,75. Человек гораздо чувствительнее к воздействию ДДТ, чем лабораторные животные. Токсическая доза при поступлении в желудок составляет 11-150 мг/кг. Чрезвычайно стойкое вещество, сохраняющее свойства в естественных условиях до 12 лет, в анаэробных условиях разлагается некоторыми микроорганизмами за 2-4 недели.

Выпускается в виде дустов, смачивающихся порошков, минерально-масляной эмульсии, масляных растворов, аэрозолей и др. препаративных форм. В связи с высокой стойкостью и резко выраженными кумулятивными свойствами использование ДДТ в сельском хозяйстве многих стран запрещено или резко ограничено с условием строгого соблюдения регламентов. В герметичной таре хранится неограниченное время.

В СССР производство и использование ДДТ начато в 1947 г. В 1950-70-е гг. использовали около 20 тыс. т/год ДДТ. В 1970 г. ДДТ был исключен из официального списка пестицидов, используемых в СССР, но производство и применение ДДТ не прекратилось. В 1986 г., через 16 лет после официального запрета, производство ДДТ составляло 10 тыс. т/год. В конце 80-х гг. XX в. ДДТ "в порядке исключения" использовали в Узбекистане и многих областях РФ.

ДДТ постепенно теряет хлор в ОПС и превращается в другие соединения ДДЕ и ДДД, которые являются не менее токсичными соединениями, чем ДДТ.

Полихлорпинен (хлортен) – смесь продуктов хлорирования пиненовой фракции скипидара, содержит до 67% органически связанного хлора. Представляет собой вязкое маслянистое бесцветное вещество. Нерастворим в воде, хорошо растворяется в большинстве органических растворителей; малолетуч. По химическим свойствам аналогичен токсафену. Выпускается в виде эмульсии. Высокотоксичен при вдыхании. Кумулятивные свойства выражены умеренно. Применение прекращено из-за персистентности и накопления в ОПС.

Токсафен (полихлоркамфен, хлорфен, октафен). Токсическим началом является хлорированный камфен ($C_{10}H_{10}Cl_8$), представляющий собой густую жидкость темно-коричневого цвета. Температура плавления 65-90°C. Практически нерастворим в воде, хорошо растворяется в органических растворителях. Летучесть при 25°C – $4,3 \times 10^3$, при 38°C – $8,6 \times 10^3$, при 90°C – $50,3 \times 10^3$ мг/м³. Разлагается в присутствии щелочей и при действии ультрафиолетового света. Выпускается в виде концентрата эмульсии, дустов. Высокотоксичен, способен к накоплению в объектах ОПС. При воздействии малых доз возможно хроническое отравление. В закрытой таре может сохраняться неограниченное время.

Этилмеркурхлорид – вещество, входящее в состав гранозана, меркурана, меркургексана. Нерастворим в воде, умеренно растворяется в органических растворителях. Стоек, обладает высокой летучестью – давление паров при 20°C – 1,12 Па, летучесть – 12 мг/м³, сильные окислители разрушают его с образованием неорганических соединений ртути, восстановители приводят к образованию диэтилртути и металлической ртути.

При нагреве, интенсивном освещении, под влиянием микроорганизмов в почве соединения ртути разлагаются с выделением металлической ртути. Обладает высокой токсичностью. ПДК в воздухе рабочей зоны – 0,005 мг/м³. В герметичной таре может храниться до 10 лет; в открытой и неисправной таре из-за сильной летучести токсичность быстро уменьшается.

Комбинированные пестициды

Среди ХСЗР большую группу представляют комбинированные препараты, состоящие из нескольких компонентов, предназначенных для уничтожения вредителей, возбудителей болезней, сорняков. При обращении с комбинированными препаратами необходимо учитывать возможность одновременного воздействия на организм человека нескольких пестицидов.

Из комбинированных ХСЗР наибольший объем приходится на пентатиурам (ТМТД+ПХНБ), витатиурам (ТМТД+витавакс), тигам (ТМТД+гамма-изомер ГХЦГ), фентиурам (гамма-изомер ГХЦГ+ТХФМ+ТМТД), купрозан (цинеб+хлорокисл меди); гербициды: агелон (атразин+прометрин); ацетлур (ТХАН+ленацил), базагран (бентазон+2М-4Х), бетанал (бетанал+десмедифам), диален (банвел-Д+2,4-Д), примэкстра (*дуал+атразин*), *протразин (атразин+прометрин)* и др.

Комбинированные препараты содержат компоненты, обладающие различной опасностью для организма и относятся к высоко-, средне- и малотоксичным веществам. Совместное действие компонентов выражается в виде суммирования, антагонизма, реже – потенцирования действий отдельных компонентов, при этом последнее представляет наибольшую опасность для организма.

Состав и соотношение компонентов в комбинированных препаратах определяет характер и степень их совместного действия. Кроме опасности острой интоксикации они обладают кумулятивной способностью, вызывающей хронические отравления. При их длительном поступлении в организм (тигам, купрозан, гексатиурам, пентатиурам) их кумулятивные свойства проявляются сильнее, чем при изолированном поступлении отдельных компонентов.

В табл. 2.2 приведены данные о возрастании пожарной и экологической опасности ХСЗР при хранении.

Таблица 2.2

Факторы повышения пожарной и экологической опасности ХСЗР [45-48]

Наименование ХСЗР	Условия повышения опасности	Меры предосторожности
1. ХСЗР, выделяющие при увлажнении и нагревании сероуглерод		
Дитан-М45, купрозан, поликарбацин, полимарцин, перозин, цинеб	При увлажнении на свету разлагаются, выделяя токсичный взрывоопасный сероуглерод $T_{\text{воспл}} = 43^{\circ}\text{C}$	Хранить в упаковке, проветривать склад. Исключить намокание
ТМТД, содержащие витатиурам, витавакс 200 ФФ, тигам	При нагревании выше 200°C разлагается с выделением сероуглерода и диметиламина	Не нагревать, хранить с возможностью быстрой эвакуации при пожаре.
II. ХСЗР, выделяющие при нагревании и разложении фосген		
Трихлорацетат натрия	При нагреве до 130°C разлагается образуя фосген и хлороформ	Не нагревать, хранить с возможностью быстрой эвакуации при пожаре.
Авадекс	При нагреве выше 149°C разлагается, выделяя фосген, HCl	То же
III. ХСЗР, выделяющие фосфористый водород (фосфин)		
Фосфид цинка	В открытой таре, под действием факторов ОПС, кислот разлагается с образованием горючего HF	Хранить в герметичной таре, без контакта с кислотами, ХСЗР
IV. Окислители, вызывающие самовозгорание горючих пестицидов		
Хлорат магния	Сухой при нагреве разлагается, выделяя O_2 , взрывается. Смеси с горючими веществами горят.	Хранить без контакта с ХСЗР.
Хлорная известь	При увлажнении и нагреве выделяет O_2 , HCl.	То же
V. ХСЗР, разлагающиеся при высыхании со взрывом		
ДНОК	Сухой горит, взрывается при ударе, нагреве, детонации. Взрывоопасен при высыхании	Хранить в герметичной таре с возможностью быстрой эвакуации при пожаре
VI. ХСЗР, склонные к разогреванию и самовозгоранию		
Сера. Сера молотая. Сера коллоидная.	Горят в смеси с окислителями, маслами. Взрываются в смеси с нитратами, хлоратами. Взвешенная пыль взрывается, осевшая – горит.	Не смешивать с окислителями, маслами, селитрой, пылью. Проветривать склады
VII. ХСЗР, выделяющие при нагревании окислы азота		
Олитреф (трефлан). Нитран	При нагреве выделяют фториды и оксиды азота	Не нагревать
VIII. ХСЗР, выделяющие при нагревании хлористый водород		
Пропинат (далапон)	При 166°C выделяет HCl	Не нагревать

Требования к перезатариванию и сбору ХСЗР

В процессе инвентаризации пестицидов, подготовки их к последующей доставке на склады централизованного хранения или на полигоны для уничтожения (захоронения) все препараты, хранящиеся в

таре с нарушенной целостностью или рассыпанные, должны быть перезатарены, обезличенные – идентифицированы и промаркированы.

Перед проведением работ по сортировке, перезатариванию и другим операциям следует провести проветривание склада, проверить наличие первичных средств пожаротушения, средств обезвреживания проливов и просыпей, средств индивидуальной защиты, а также обеспечить пути эвакуации из склада в случае возникновения аварийных ситуаций, очагов самовоспламенения, взрывов, выделения из смесей газов, сильной запыленности или загазованности помещений.

По результатам предварительного определения количества упаковочных единиц с нарушенной целостностью, объемов рассыпанных, незатаренных препаратов должен быть рассчитан запас порожней тары необходимых видов для проведения работ по перезатариванию. В качестве тары могут быть использованы стандартные виды упаковки из-под ХСЗР или другие виды и типы тары с аналогичными прочностными характеристиками. Тара, используемая для перезатаривания, должна быть чистой и сухой.

Во избежание возникновения пожаров запрещается производить перезатаривание порошковидных, твердых препаратов в мешки из-под аммиачной селитры, являющейся сильным окислителем. Перезатаривание хлората магния, обладающего высокой окислительной способностью, следует производить в тару, не использовавшуюся ранее для упаковки любых пожароопасных продуктов. Категорически запрещается проводить его перезатаривание в тару, содержащую остатки других ХСЗР.

В целях снижения потенциальной пожарной опасности образовавшихся смесей хлората магния с горючими препаратами следует добавить в смесь около 20% сухого песка и после тщательного перемешивания затарить в выполненную из негорючего материала тару. Поддоны для хранения хлората магния должны иметь сигнальные метки. Запрещается использовать их под любые другие продукты без предварительной влажной очистки. Место складирования хлората магния после выгрузки его из склада должно быть тщательно очищено путем влажной уборки.

На этом участке размещать другие препараты можно лишь после полного устранения просыпей окислителя. При перезатаривании тару заполняют по объему в зависимости от препаративной формы и свойств пестицидов: порошковидными, гранулированными – не более чем на 98%; жидкими, имеющими точку кипения выше 100°C, – не более, чем на 93%; жидкими, имеющими точку кипения ниже 100°C, – не более, чем на 80% по объему [47]. Большинство концентратов эмульсий и водных растворов могут быть отнесены ко второй группе, в связи с чем заполняемость тары должна быть не более 93%.

После перезатаривания жесткие тарные единицы должны быть

плотно закрыты пробками или крышками; полимерные мешки-вкладыши с пестицидами помещают в многослойные бумажные, тканевые мешки, картонные или фанерные барабаны, бочки или ящики.

ХСЗР, перезатаренные в тару массой нетто не более 5 кг, упаковывают в транспортную тару: деревянные ящики, картонные коробки [49-51]. Не допускается формирование в общую транспортную тару упаковочных единиц разных наименований пестицидов, а также пестицидов различных препаративных форм.

На упаковку должна быть нанесена соответствующая маркировка. К каждой упаковочной единице с препаратом, пригодным к применению, должна быть приклеена или нанесена непосредственно на тару инструкция по его использованию. После идентификации препарата его маркировка должна быть нанесена на тару вместо условного обозначения.

В процессе проведения работ запрещается одновременное перезатаривание пестицидов, смешивание просыпей или проливов которых может вызвать возникновение пожара (окислителей и всех горючих препаратов, горючих жидких и горючих порошковидных препаратов).

Проливы пестицидов, особенно легковоспламеняющихся жидких, образующиеся при разрушении тары необходимо немедленно ликвидировать, т.к. они создают повышенную пожарную опасность. Места пролива должны быть засыпаны песком или другими неорганическими материалами (асбестовыми очесами или расщепленным асбестом), которые потом собирают и обезвреживают. Запрещается применять для поглощения жидкостей горючие материалы (опилки, торф, ветошь и др.).

Просыпи порошкообразных препаратов должны быть собраны. Применение металлических совков не допускается из-за возможности возникновения искры при сборе препаратов с пола. При перезатаривании, а также подготовке к утилизации пестицидов не рекомендуется использовать для вскрытия бочек, фляг, барабанов предметы, способные вызвать искры.

Во избежание возникновения очагов самовоспламенения пестицидов не допускается применять для обезвреживания просыпей или проливов пестицидов сухую хлорную и негашеную известь в сухом виде. Для этих целей известь должна использоваться в виде кашицы.

Перезатаривание препаратов из разрушенной упаковки или слежавшихся куч следует производить лишь при работающей вентиляции, в случае ее отсутствия – при интенсивном проветривании склада. Ввиду высокой взрыво- и пожароопасности пылевоздушных и паровоздушных смесей многих пестицидов необходимо в этот период исключать любую возможность возникновения или использования открытых источников огня в складе и вблизи него.

При перезатаривании и хранении ряда препаратов необходимо

исключить факторы, воздействие которых может привести к выделению газообразных токсичных веществ, повышению пожарной и экологической опасности складов. Не допускается оставлять после работы мусор, промасленную ветошь, загрязненную спецодежду, образовавшиеся при перезатаривании смесей ХСЗР.

Помещение, в котором проводятся работы по инвентаризации и перезатариванию пестицидов и осуществляется их хранение, должно быть обеспечено первичными средствами пожаротушения: огнетушителями, ящиками с сухим песком, водой, противопожарным инвентарем.

Порядок складирования и хранения ХСЗР

Организация и технология хранения непригодных и запрещенных к применению пестицидов, которые могут представлять повышенную пожарную и экологическую опасность, должны удовлетворять нормативной документации по приему, хранению и отпуску [49-51]. Хранение выбракованных ХСЗР целесообразно производить централизованно в специально отведенных для этих целей складах, которые могут обеспечить требуемые условия складирования, пожарную и экологическую безопасность, сохранность препаратов, исключить возможность их хищения, использования в личных целях.

Склады должны иметь санитарно-защитную зону в размере 100 м при объеме хранимых пестицидов до 50 т; 300 м – при объеме от 50 до 500 т; 500 м при объеме свыше 500 т. Склады должны быть возведены из негорючих материалов, оборудованы плотными воротами с исправными запорами, контрольными замками и устройствами для опломбирования. В складских помещениях следует предусматривать естественную и механическую вентиляцию. Не допускается хранить пестициды в помещениях, не предназначенных для этих целей, под открытым небом.

Поверхность стен и полов складских помещений не должна иметь щелей, трещин. Полы должны быть стойкими к воздействиям кислот и щелочей; допускается применение асфальтированных полов, при отсутствии воздействия растворов кислот – бетонных полов. Склады должны иметь санитарно-бытовые помещения: для отдыха, обогрева и приема пищи, туалет с умывальником (душевую), хранения средств индивидуальной защиты, гардеробную с индивидуальными шкафами для раздельного хранения домашней и рабочей одежды.

Склады, предназначенные для хранения ХСЗР, ежегодно предъявляются службе Госсанэпиднадзора для оформления санитарно-эпидемиологического заключения на право получения и хранения пестицидов. Их хранение на складах, не имеющих санитарно-эпидемиологического заключения, не допускается.

Склады должны оборудоваться телефонной связью и звуковой сигнализацией. При наличии складской территории необходимо

обеспечить ее ограждение, наружное освещение. При входе в складские и другие производственные помещения должны быть вывешены знаки безопасности с предупредительными надписями.

На склады централизованного хранения выбракованные препараты могут быть доставлены лишь после их идентификации и при наличии соответствующей маркировки на таре; прием обезличенных препаратов не допускается. До поступления на централизованное хранение выбракованных пестицидов должна быть составлена схема их размещения по секциям склада.

Работы по приему, отпуску пестицидов, внутрискладские операции должны выполняться только в светлое время суток, за исключением аварийных ситуаций. Перед выгрузкой пестицидов в склад из транспортного средства следует убедиться в отсутствии визуальных признаков повышения их пожарной опасности, таких как разогревание, нехарактерные запахи, вздутие тары, дым.

Выгрузка в склад тарных мест с признаками повышения пожарной опасности не допускается. Для их хранения должно быть отведено специальное место и предприняты меры по предотвращению возникновения очагов возгорания. Объем хранимых на складе пестицидов не должен превышать предусмотренного проектом. Перегрузка секций склада не допускается. Складирование пестицидов должно производиться в штабелях на плоских или стоечных поддонах или на стеллажах. Хранение пестицидов на полу и навалом без поддонов не допускается.

Банки, бидоны, фляги, канистры и барабаны вместимостью до 50 л пакетируют на плоских поддонах в один ряд, на стоечных – в несколько рядов в зависимости от типа поддона или вида тары. Бочки, барабаны емкостью 50 – 100 л пакетируют на плоских поддонах в один ряд по 3-6 шт. на поддоне; бочки емкостью 200 л – на плоских поддонах с размерами в плане 1200х1200 мм в один ряд. При пакетировании тарных единиц с пестицидами на поддон необходимо соблюдать следующие условия:

- на поддоне пакетируют препараты одного наименования;
- тарные места на поддон укладывают осторожно, без бросков и ударов, плотно друг к другу;
- тарную маркировку крайних рядов располагают так, чтобы она по возможности была обращена наружу;
- масса брутто пакета не должна превышать грузоподъемности погрузочно-разгрузочного механизма;
- пакетированный груз не должен выступать за габариты поддона более чем на 20 мм с каждой стороны.

Штабель формируют из пакетов с одним наименованием препарата. Около штабеля, стеллажа помещают табличку с наименованием пестицида. Запрещается складировать в один штабель ХСЗР различных препаративных форм или наименований. Высота штабеля из пакетов на

плоских поддонах для препаратов в металлических и полимерных канистрах не должна превышать 2 ярусов, в барабанах, мешках, флягах, картонных и полимерных коробках, ящиках – 3 ярусов.

Металлические барабаны, бочки вместимостью 50 л и менее хранят на поддонах в 3-4 яруса; свыше 50 л – в 3 яруса. Высота штабеля из пакетов на стоечных поддонах и на плоских поддонах в стеллажах зависит от применяемых средств механизации, но не должна превышать 4 яруса.

Размещение выбракованных ХСЗР на складе должно обеспечивать их сохранность, пожарную безопасность и производиться с учетом препаративной формы, физико-химических свойств, возможности совместного хранения. Для хранения жидких и порошковидных препаратов должны быть предусмотрены отдельные секции, что позволяет предотвратить возможность самовоспламенения смесей, которые могут образоваться при нарушении целостности упаковки и несвоевременной ликвидации просыпей или проливов.

Все жидкие препаративные формы пестицидов (концентраты эмульсий, водорастворимые концентраты, водные растворы) с различной пожарной опасностью могут быть размещены в одной секции. Легковоспламеняющиеся жидкости размещают в торцевой части склада, что позволит уменьшить размеры разрушений строительных конструкций в случае возникновения пожара и обеспечить более быстрое его тушение.

Для хранения чрезвычайно опасных веществ (Hg-содержащих, цианистых соединений, As-F-содержащих и др.) целесообразно выделить отдельную, хорошо проветриваемую секцию. Хранение хлората магния следует осуществлять в отдельной секции. При небольших объемах допускается совместное складирование его с негорючими твердыми препаратами; с трудногорючими – при соблюдении пространственной изоляции 5-10 м. Совместное хранение окислителей с легковоспламеняющимися, горючими жидкими и твердыми ХСЗР не допускается.

Хранение препаратов, склонных к самовозгоранию под воздействием влаги, углекислоты воздуха, должно производиться в хорошо проветриваемом складе лишь на поддонах. Запрещается их хранение навалом, на полу.

Хлорную и негашеную известь, применяемые для обезвреживания, необходимо хранить в отдельном помещении. Не допускается попадание в известь воды. Гашение извести необходимо производить на расстоянии не менее 5 м от склада ее хранения, и не менее 15 м от других складов, зданий и сооружений.

На складе запрещается даже кратковременное хранение минеральных удобрений, кислот, щелочей, лакокрасочных материалов, фуража, пищевых и других продуктов. Допускается временное хранение выбракованных пестицидов в складах сельхозпредприятий или других

организаций, отвечающих требованиям санитарных норм и правил и обеспечивающих сохранность продукции, при согласовании с местными органами Госсанэпиднадзора.

Основные требования к транспортировке ХСЗР

Транспортировка выбракованных пестицидов на склады централизованного хранения, а также к объектам их уничтожения или захоронения допускается всеми видами транспорта в соответствии с действующими правилами перевозки.

Транспортировка ХСЗР должна производиться в специально выделенных и соответственно оборудованных закрытых транспортных средствах, контейнерах или автомобилях с укрытием, с обязательным креплением тарных мест на транспортном средстве, обеспечением средствами индивидуальной защиты, пожаротушения, обезвреживания проливов и просыпей.

Пестициды автомобильным транспортом должны перевозиться лишь в затаренном виде с четкой маркировкой, пробками и крышками вверх. Запрещается перевозка навалом, без тары, а также в таре с нарушенной целостностью.

Транспортное средство, предназначенное для перевозки ХСЗР, не должно использоваться для других целей без предварительной очистки и обезвреживания. Совместная перевозка в одном транспортном средстве пестицидов и любых других грузов общего назначения не допускается. Возможные сочетания при совместной перевозке опасных грузов приведены в правилах перевозки.

Категорически запрещается перевозка людей, не связанных с сопровождением груза. Перевозка горючих жидких и пожароопасных порошковидных препаратов в одном транспортном средстве не допускается. При необходимости перевозки небольших объемов этих препаратов следует предпринять меры, исключающие их смешивание в случае нарушения целостности тары – использовать контейнеры, полиэтиленовые пленки и др.

При контейнерной перевозке в одном транспортном средстве возможно совмещение контейнеров с различными видами и препаративными формами пестицидов; в одном контейнере груз должен быть лишь одной препаративной формы (порошки или жидкости) и однородным по свойствам, пожарной опасности, совместимости по химической нейтрализации.

Категорически запрещается перевозка хлората магния (в любых количествах) со всеми горючими продуктами, контакт и взаимодействие которых может привести к самовозгоранию или самовоспламенению смесей. Допускается совместная перевозка хлората магния лишь с негорючими пестицидами.

Перевозимые ХСЗР должны сопровождаться необходимой транспортной документацией в соответствии с действующими требованиями к перевозке опасных грузов. Наличие у водителя или сопровождающего лица информации об опасности груза, мерах первой помощи, средствах индивидуальной защиты, обезвреживания просыпей, проливов, тушения очагов возгорания позволит уменьшить возможные негативные последствия в случае дорожно-транспортного происшествия.

При возникновении аварийных ситуаций при перевозках пестицидов должны быть приняты все необходимые меры по предотвращению загрязнения ОПС. При проведении работ с ХСЗР должны быть предусмотрены меры по предотвращению загрязнения почв, атмосферного воздуха, поверхностных вод.

Транспортные средства для перевозки пестицидов, технологическое оборудование, аппаратура должны обезвреживаться по мере загрязнения, но не реже двух раз в месяц, путем нанесения растворов обезвреживающих средств (25%-ной хлорной извести или 10%-ным ДИАС) с последующим смыванием проточной водой. При наличии на базах типовых очистных сооружений методы очистки и обезвреживания сточных вод определяются технологической частью соответствующего проекта. Запрещается сброс неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод в системы канализации и поверхностные водоемы.

Уборку помещений и мытье полов на складах пестицидов производят по мере необходимости с использованием 0,5%-ных растворов кальцинированной соды, хлорной извести или других разрешенных для этих целей моющих или дегазирующих средств. В секциях, где хранятся самовозгорающиеся препараты и (или) препараты, выделяющие воспламеняющиеся газы при взаимодействии с водой, следует предусмотреть сухой способ уборки.

При перезатаривании и сборе устаревших ХСЗР должен проводиться регулярный контроль возможного загрязнения территории вокруг склада. В пробах почвы, растений, воды, отобранных на этой территории, определяют содержание остаточных количеств ХСЗР, обращая особое внимание на токсиканты группы СОЗ. По результатам такого контроля разрабатывают меры по предотвращению и снижению негативного воздействия объектов, на которых ведутся работы с устаревшими ХСЗР, на ОПС.

Региональные службы пожарного, санитарно-эпидемиологического надзора и охраны ОПС должны быть информированы о потенциальной опасности ХСЗР, хранящихся на складах и базах. Руководители складов и баз обязаны неукоснительно выполнять все их специальные указания и рекомендации.

По данным статистики на 2005 г., на территории Украины накоплено порядка 27 тыс. т непригодных ХСЗР. Из них на территории Харьковской

области по данным проведенной в 2002 г. инвентаризации условий и состояния хранения запрещенных и непригодных к использованию ХСЗР, хранилось 1111,66 т, что составляет 4,12% общего количества по стране (рис. 2.4). ХСЗР хранятся в 157 складских помещениях, из которых 28 находятся в хорошем состоянии, 84 – в удовлетворительном, 45 – в неудовлетворительном.

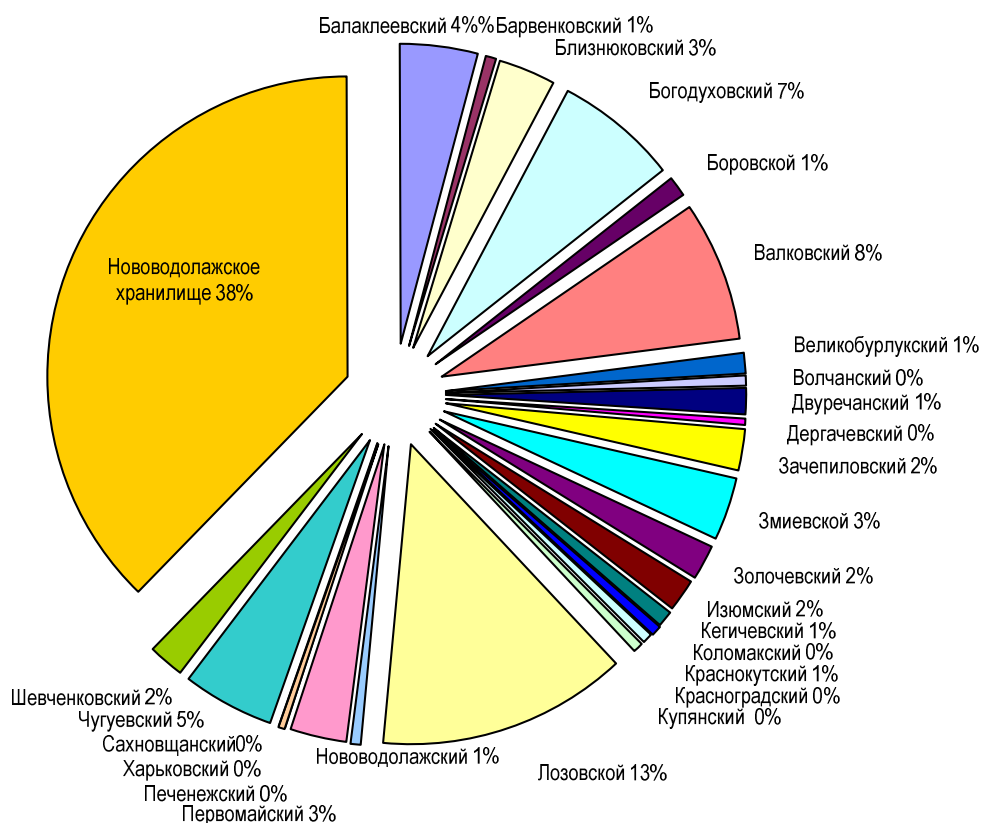


Рис. 2.4. Количество запрещенных и непригодных ХСЗР в районах Харьковской области

С целью систематизированного определения масштаба проблемы обращения с непригодными или запрещенными ХСЗР и составления долгосрочного плана ее решения в 1998 г. был начат проект «Устранение рисков, связанных с запасами непригодных пестицидов», финансируемый МинПрироды Украины совместно с Датским агентством защиты ОПС. В рамках 1 этапа проекта была начата национальная инвентаризация непригодных к применению или запрещенных ХСЗР, проведены выборочный анализ хранилищ, оценка возможностей переработки и ликвидации имеющихся химикатов.

Основным результатом этого стал план устранения рисков, связанных с запасами непригодных или запрещенных ХСЗР на Украине. Он включен в Национальную программу обращения с опасными отходами, утвержденную Верховным Советом Украины в 2001 г.

Согласно Общегосударственной программе обращения с токсичными отходами, утвержденной Законом Украины от 14.09.00 г., с

целью уменьшения экологического риска и предупреждения отрицательного влияния на здоровье населения накопленных запрещенных и непригодных к использованию в сельском хозяйстве ХСЗР, общим Приказом Минагропрома, Минприроды, Минздрава Украины №315/376/412 от 18.10.01 г. на территории Луганской области в 2001-2002 гг. проведена комплексная инвентаризация мест накопления запрещенных и непригодных к использованию ХСЗР.

- В настоящее время основные объемы запрещенных и непригодных к применению пестицидов на территории Харьковской области сосредоточены в Нововодолажском и Лозовском районах в специализированных складах. Относительно полный пакет проектно-технической документации имеется только для склада в Лозовском районе, находящегося на балансе фирмы «Супина Интернешнл».

Проектно-техническая документация хранилища Нововодолажского района утрачена полностью, на сегодняшний день объект не имеет хозяина и требует капитального ремонта, не исключена необходимость перезатаривания пестицидов. Отсутствуют технические средства мониторинга состояния окружающей среды. Все остальные ХСЗР (примерно 500 т) размещены в плохо приспособленных для хранения, и в большом количестве случаев в разрушенных на 70-80% помещениях.

- В 2002-2003 гг. на решение данной проблемы из Госфонда охраны ОПС выделено 300 тыс. грн., 60 тыс. грн. выделено из Харьковского областного природоохранного фонда. Разработаны и сооружены железобетонные контейнеры для обеспечения длительного хранения ХСЗР, перезатарено 70 т ХСЗР (около 15% оставшегося объема), в т.ч. весь объем, находившийся в Валковском районе.
- Однако хранение указанных контейнеров не соответствует установленным Законом и нормативными документами правилам:
 - все 17 мест хранения для размещения контейнеров построены без изысканий, без проектов (в т.ч. без разделов ОВОС) и без положительных заключений государственных экологической и санитарно-эпидемиологической экспертиз;
 - паспорта МУО не разработаны, следовательно, ни один из указанных объектов не включен в Госреестр МУО;
 - идентификация и декларирование объектов повышенной опасности не проводились;
 - мониторинг состояния природных компонентов прилегающей территории не проводится.

Ситуация осложняется следующими факторами:

1. Отсутствуют полные сведения о состоянии ХСЗР;
2. Некоторые места и емкости хранения ХСЗР не отвечают

техническим требованиям (в Харьковской области этот показатель составляет 28,7%);

3. Значительная часть ХСЗР неопознана или находится в виде смесей (в Харьковской области этот показатель составляет 82%);
4. ХСЗР могут быть смешаны с отходами стройматериалов разрушенных помещений складов и подстилающей поверхности;
5. Юридические лица – владельцы ХСЗР либо их правопреемники – уклоняются от установленного законом порядка обращения с этими веществами.

В связи с указанным, Госуправлением охраны ОПС в Харьковской области были приняты следующие меры:

- проведена инспекция хранилищ, выполнен их текущий ремонт;
- организована охрана некоторых складов;
- осуществлена идентификация препаратов и их смесей по составу, вредности, свойствам для выявления содержания действующих веществ и метаболитов, выбора методов хранения, обезвреживания и уничтожения;
- проведены исследования состояния природных компонентов территорий вблизи предприятий, на которых проводится хранение ХСЗР;
- осуществлена реабилитация части территорий, занимаемых этими объектами.

По уточненным данным инвентаризации накопления непригодных и запрещенных ХСЗР и их смесей в Луганской области их количество составляет 531,769 т или около 2% общего объема на Украине. По данным Государственной станции защиты растений в 2003 г. в 18 территориальных подразделениях области находятся непригодные и запрещенные ХСЗР. Их объемы на территории Луганской области приведены в *табл. 2.3* и *2.4*.

Из общего количества 171 складов, установленных при инвентаризации, где хранятся запрещенные и непригодные ХСЗР, в неудовлетворительном состоянии находятся 68 сооружений, разрушены, но имеют остатки ХСЗР 22 склада. В 2002 г. Госуправлениями экологии и природных ресурсов был проведен анализ обращения с непригодными ХСЗР на территории других областей Украины.

В результате обобщения информации о методах хранения непригодных к применению или запрещенных ХСЗР, которая поступила из других областей установлено, что на настоящее время наиболее распространенным на территории Украины является метод контейнеризации. Этот метод позволяет локализовать влияние на ОПС и здоровье населения непригодных к применению или запрещенных ХСЗР, которые сохраняются до решения вопроса об их уничтожении.

В соответствии с Распоряжением КМУ №294 от 01.06.02 г. «О создании промышленных инфраструктур по уничтожению запрещенных и

непригодных пестицидов» на территории области начаты работы по уменьшению влияния ХСЗР на ОПС путем контейнеризации. Работы начаты в районах, где сложилась наиболее опасная ситуация.

Таблица 2.3

Объемы запрещенных и непригодных ХСЗР в Луганской области

Район	Кол-во ХСЗР, т	В том числе, т		
		А – запрещенные	Б – непригодные	В смеси
Антрацитовский	15,580	0,820	2,240	12,520
Беловодский	21,590	1,350	-	20,240
Белокуракинский	32,835	4,639	5,908	22,288
Краснодонский	241,690	34,0	17,39	190,3
Креминский	45,851	0,095	7,201	38,555
Лутугинский	11,0	0,23	0,3	10,470
Марковский	11,638	1,443	3,274	6,921
Меловской	1,020	-	1,020	-
Новоайдарский	8,316	0,949	6,167	1,200
Новопсковский	10,526	-	2,825	7,701
Перевальский	17,169	0,430	1,730	15,009
Попаснянский	3,922	0,240	3,682	-
Сватовский	17,860	-	-	17,860
Свердловский	7,098	2,258	1,840	3,000
Словяносербский	22,092	2,693	7,616	11,783
Ст.-Луганский	28,447	0,396	1,151	26,900
Старобольский	19,859	2,477	4,582	12,800
Троицкий	15,276	0,534	2,352	12,390
ВСЕГО в области:	531,769	52,554	69,278	409,937

Таблица 2.4

Места накопления запрещенных и непригодных ХСЗР в Луганской области

Район	Количество, ед.	Район	Количество, ед.
Антрацитовский	12	Попаснянский	3
Беловодский	13 (1 разрушен)	Сватевский	8
Белокуракинский	19	Свердловский	6
Краснодонский	9	Словяносербский	11
Креминский	18	Ст.-Луганский	9
Лутугинский	6	Старобольский	13
Марковский	10	Троицкий	5
Меловской	5	Новопсковский	11
Новоайдарский	9	Перевальский	4
ВСЕГО по области	171 склад		

В 2002-2003 гг. из областного экологического фонда были выделены средства для разработки проектно-сметной документации «Строительство хранилища углубленного типа для сохранения контейнеров с ХСЗР на территории Белокуракинского района» и приобретено 12 специальных контейнеров, а также документации для строительства комплексов по захоронению запрещенных и непригодных ХСЗР в Новопсковском, Беловодском, Кременском, Ст.-Луганском, Троицком, Сватовском районах.

В табл. 2.5 приведены данные о выделении средств из Луганского областного фонда охраны ОПС на организацию складирования непригодных ХСЗР в 2002-2003 гг. (тыс. грн).

Таблица 2.5

Выделение средств на организацию складирования непригодных ХСЗР

Район	2002 г. Выделено		2003 г. Выделено	
	Планово	Фактически	Планово	Фактически
Новопсковский	50	50	-	-
Беловодский	60	60	-	-
Белокуракинский	70	70	50	50
Кременской	20	20	-	-
Ст. – Луганский	20	20	-	-
Троицкий	20	20	-	-
Сватовской	20	20	-	-

Для определения масштабов указанной проблемы на Украине и составления долгосрочного плана ее решения в 1998 г. был начат проект «Устранение рисков, связанных с запасами непригодных пестицидов в Украине». В рамках 1 этапа проекта была начата национальная инвентаризация непригодных к применению или запрещенных ХСЗР, проведены выборочный анализ хранилищ и оценка возможностей переработки или ликвидации имеющихся химикатов.

Основным результатом этой работы стал план устранения рисков, связанных с запасами непригодных или запрещенных ХСЗР на Украине. Он был включен в Национальную программу обращения с опасными отходами, утвержденную ВС Украины в 2001 г.

Уничтожение непригодных ХСЗР может осуществляться путем захоронения на полигонах ТО, физико-химическими, химическими, биологическими и др. методами в зависимости от имеющихся технологических решений, экономических условий и свойств препаратов.

При выборе методов утилизации и их технологических параметров по каждому ХСХР необходимо наличие такой информации: его химическая группа (по возможности химическое название, строение действующего вещества), препаративная форма, пожаро-,

взрывоопасность, токсичность для человека, химическая агрессивность, растворимость в воде, другие характеристические показатели.

Обязательным условием является лицензирование всех операций в сфере указанной деятельности, в т.ч., по хранению ОпО, декларирование и госрегистрация объекта повышенной опасности. В соответствии с Законом Украины «Об объектах повышенной опасности» от 18.01.01 г. и постановлением КМУ №956 от 11.07.02 г. «Об идентификации и декларировании безопасности объектов повышенной опасности» места размещения непригодных к использованию ХСЗР являются объектами повышенной опасности и их владелец должен выполнить:

- идентификацию объекта повышенной опасности;
- включение его в Государственный реестр объектов повышенной опасности;
- подготовку декларации объекта повышенной опасности;
- проведение экспертизы декларации;
- разработку и утверждение плана локализации и ликвидации аварий на объекте повышенной опасности;
- оповещение через СМИ об объекте повышенной опасности;
- заключение договора обязательного страхования ответственности за ущерб, который может быть причинен.

На наш взгляд, недостаточно существующих методов утилизации, обезвреживания, уничтожения ХСЗР, просроченных или изменившихся в процессе хранения реагентов. Большинство разработок, реально используемых сегодня – это варианты гидролиз/пиролиз. Последние перспективны, но дороги, т.к. требуют значительных средств на очистку отходящих газов, на контроль выбросов при относительно малых концентрациях очень токсичных галогендиоксинов, бензофуранов – побочных продуктов большинства процессов пиролиза ХСЗР.

Однако процесс длительного хранения с обеспечением установленного законом порядка оборачивается значительно большими затратами и является лишь относительно безопасной оттяжкой решения проблемы. Авторами настоящей книги разработана эколого-экономически целесообразная технология уничтожения твердых и жидких ХСЗР путем вдувания их в горелку цементной печи. Пребывание их в зоне температур 1200-1500°C в течение 7-9 с гарантирует полное разложение токсичных веществ и невозможность повторного образования диоксиноподобных соединений в отходящих из печи газах и получаемом клинкере.

Описание разработанной технологии термического обезвреживания твердых и жидких СОЗ, в т.ч. некондиционных и запрещенных ХСЗР, приведено ниже. Схема обезвреживания твердых СОЗ показана на *рис. 2.5*. К месту переработки материалы доставляют автотранспортом (поз.2) в саморазгружающихся контейнерах (поз.3), подаваемых тельфером (поз.1.) в бункер (поз.4). Далее питателем (поз.5) материалы подают в помольный

агрегат (поз.7), откуда направляют пневмотранспортом (поз.8) через теплообменник, используемый для нагрева полученной пылегазовой смеси, в горелочное устройство печного агрегата.



Рис. 2.5. Принципиальная схема сжигания твердых СОЗ в цементной печи

В случае поступления на обработку мелкодисперсных первичных материалов они поступают из питателя (поз.5) через шлюзовый затвор (поз.6) в бункер (поз.10) и далее пневмотранспортом (поз.8) с использованием сжатого воздуха в горелочное устройство печи.

В разработанных технологиях в качестве печного агрегата могут применяться высокотемпературные обжиговые печи, в т.ч., барабанные вращающиеся противоточные цементные печи. Нагрев пылегазовых или газо-капельных смесей осуществляется в теплообменных аппаратах через стенку без прямого контакта теплоносителя с обрабатываемой смесью. В качестве теплоносителя возможно использование части тепла отходящих от печного агрегата газов. Схема обезвреживания жидких СОЗ приведена на рис. 2.6.

Одним из путей охраны агрофитоценозов от загрязнения является разработка и применение более совершенных препаративных форм, которые были бы менее токсичны и экологически безопасны – суспензионных концентратов и текучих паст вместо порошков, водных эмульсий взамен концентратов эмульсий и минерально-масляных эмульсий, исключение из ассортимента дустов, низкоконтрированных порошков и т.д.

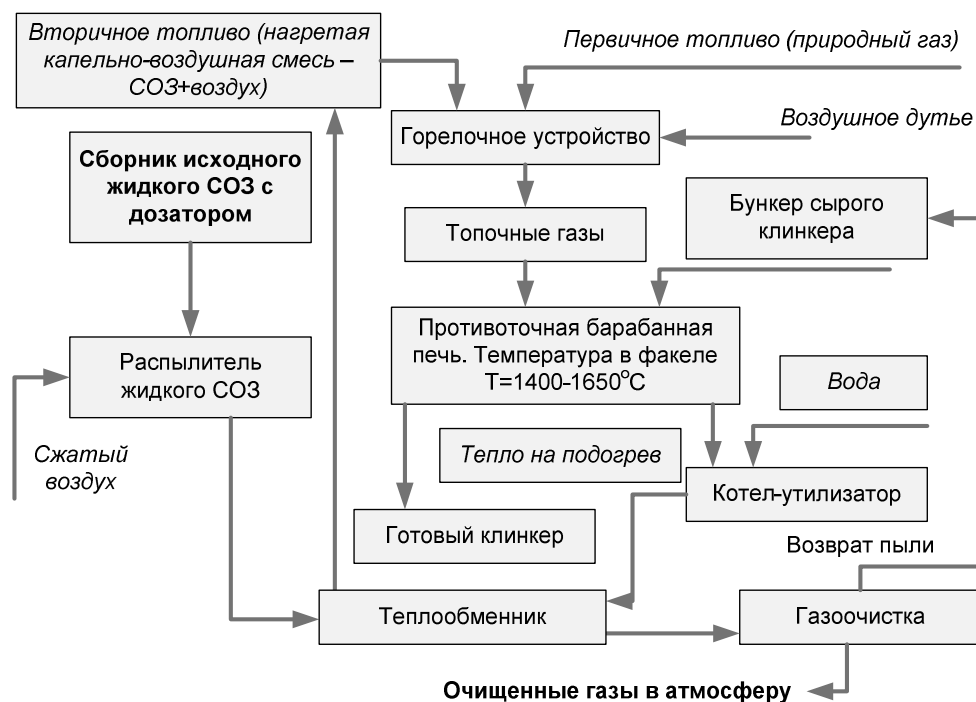


Рис. 2.6. Принципиальная схема сжигания жидких СОЗ в цементной печи

Очистка и обезвреживание небольших партий металлической, полимерной жесткой тары, загрязненной фосфор-, хлорорганическими, динитрофенольными, пиретроидными и другими пестицидами, необходимой для технических нужд складов или хозяйств, в первую очередь для перезатаривания препаратов, производится 5%-ным раствором каустической соды.

Тару заполняют дегазирующим раствором и оставляют на 6-12 ч, затем многократно промывают чистой водой. При отсутствии соды допускается проводить обезвреживание тары древесной золой. Золу насыпают в тару, заливают водой до образования жидкой кашицы, взбалтывают ее до полного удаления препарата со стенок тары и оставляют на 12-24 ч. После слива кашицы тару многократно промывают водой.

Обезвреживание тары из-под карбаматных пестицидов производят 1%-м раствором марганцовокислого калия, подкисленного соляной кислотой (5 см³ на 1 дм³ воды), или кашицей хлорной извести. Использование других способов и средств обезвреживания тары, транспорта, машин и оборудования от конкретного препарата должно производиться в соответствии с указаниями тарной этикетки или рекомендациям по использованию.

Использовать очищенную обезвреженную тару для хранения питьевой воды, пищевых продуктов, фуража и других бытовых нужд категорически запрещается. Бумажную или деревянную тару из-под пестицидов допускается уничтожать путем сжигания на специально отведенных участках, определенных противопожарным режимом склада и

согласованных с органами Госсанэпиднадзора и пожарного надзора.

Сточные воды, образующиеся после очистки и обезвреживания помещений, тары, оборудования, подлежат сбору в закрытые гидроизолированные колодцы – нейтрализаторы (цементированные сливные емкости), в которых их дополнительно обрабатывают хлорной известью (0,5 кг извести на 10 дм³ сточных вод).

Широко применяемые в ряде отраслей тяжелой промышленности *полихлорированные бифенилы (ПХБ)* используют как диэлектрические жидкости в трансформаторах и конденсаторах, как пластификаторы для пластмасс, лаков и лакокрасочных материалов, как материалы – носители и растворители для пестицидов.

ПХБ – опаснейшие яды среди хлорсодержащих соединений. Они практически не разрушаются. ПХБ – это смесь соединений с содержанием хлора 40-60%, получаемая при хлорировании бифенила. Существует более 200 индивидуальных соединений этого типа. ПХБ широко использовали в США с 1929 г. К 1986 г., когда прекратился их выпуск, в мире их было произведено около 2 млн. т.

В СССР ПХБ выпускали с 1934 г. в виде 2 препаратов – совола и трихлордифенила. Производство трихлордифенила в СССР прекращено с 1980 г., а производство совола уменьшено до 500 т/год. Эти смеси отличаются по составу: совол содержит более высоко хлорированные ПХБ (53% пента-, 23% тетра-, 22% гексахлорбифенилов), а трихлордифенил состоит на 49% из трех-, на 32% из тетра-, на 14% из ди- и 4% пентахлорбифенилов.

Полупериод существования ПХБ в грунте составляет до 45 лет. Они способны к биоаккумуляции. Особую опасность представляет способность ПХБ к синергизму, т.е. усилению токсичных свойств другого компонента. Доказано, что ПХБ синергетично влияет на токсические свойства такого опасного яда, как метилртуть. ПХБ могут быть выведены из организма человека через 7-8 лет.

Опасность ПХБ привела к запрету во многих странах их производства: в 1971 г. – в Швеции, в 1972 г. – в Японии, в 1977 г. – в Норвегии, в 1977-78 гг. – в США. В РФ ПХБ не запрещены, но не производятся с 1993 г. Всего в РФ было произведено в 1939 – 1990 гг. около 52000 т совола (смесь тетра- и пентахлорированных ПХБ – наиболее опасных канцерогенов), около 57000 т совтола (смесь 1,2,4-трихлорбензола с соволом, т.н. совтол-10), около 70000 т трихлорбифенила (ТХБ).

Всего выпущено 180000 т ПХБ, из них в настоящее время используют около 20000 т. Существует огромный дисбаланс между произведенными и используемыми объемами ПХБ. Часть ПХБ осталась на Украине, в Узбекистане, в Армении и др. республиках бывшего СССР. На *рис. 2.7* приведены структурные формулы полихлорированного бифенила и полициклического ароматического углеорода.

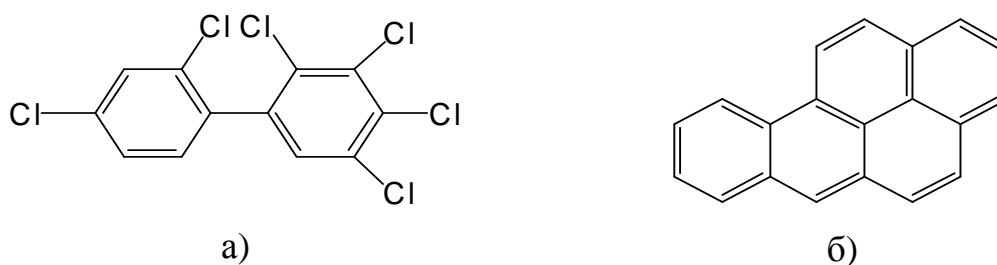


Рис. 2.7. Структурные формулы

а) полихлорированного бифенила; б) полициклического ароматического углеводорода

Полихлорированные дибензо-пара-диоксины (ПХДД) и дибензофураны (ПХДФ) являются смесью ПХДД и ПХДФ, существуют вместе, действуют на человека по одинаковому механизму. Обладают чрезвычайно высокой токсичностью. На предприятиях Украины находится значительное количество веществ, содержащих ПХД (табл. 2.6). Долевой вклад областей Украины по наличию ПХД-содержащего оборудования (% общего числа) представлен в табл. 2.7. В табл. 2.8 и 2.9 приведены выбросы ПХДД/ПХДФ отраслями промышленности Украины [52,55-57].

Таблица 2.6

Данные о количестве синтетических масел, содержащих ПХД, т

Наименование вещества	Кол-во	В резерве или выведено из эксплуатации
Аскарел	12	2,4
Гексол	0,177	0,177
Делор	8,68	-
Клофен	0,305	0,305
Пиранол	4,195	4,195
Совол	0,867	0,741
Совтол	218,823	100,891
Трихлордифенил	5	-
Всего:	250,047	108,709

Таблица 2.7

Данные о количестве трансформаторов, содержащих ПХД

Трансформаторы	Конденсаторы:	Синтетические масла с ПХД
Донецкая – 25	Запорожская – 18	Донецкая 27
Днепропетровская – 11	АР Крым – 12	Днепропетровская 26
Киевская – 11	Днепропетровская 7%;	Киевская 14.

На рис. 2.8 приведены данные о выбросах ПХДД/ПХДФ из разных источников на территории Украины, выбросы СОЗ приведены в табл. 2.10, на рис. 2.9 приведены данные о вкладе основных

промышленно-хозяйственных комплексов Украины в общее количество ПХД по результатам госинвентаризации 2005 г.

Таблица 2.8

Объемы выбросов ПХДД/ПХДФ, г ТЕQ/год

Источник	Сферы ОПС						Объекты			
	Воздух		Вода		Грунт		Продукты		Отходы	
	1990	2002	1990	2002	1990	2002	1990	2002	1990	2002
Сжигание ТБО	44	14,692	–	–	–	–	–	–	453,2	141,8
Черная и цветная металлургия	1028,9	714,68	–	–	–	–	–	–	763,6	471,3
Промышленная энергетика	104,683	46,906	–	–	–	–	–	–	–	–
Производство минерального сырья	5,408	1,640	–	–	–	–	–	–	2,3	0,7
Транспорт	9,832	7,945	–	–	–	–	–	–	–	–
Неконтролируемые сжигания	0,234	0,228	–	–	0,187	0,182	0,187	–	–	–
Химическая промышленность	0,042	0,016	–	–	–	–	–	0,185	104,0	41,2
Разное	0,004	0,006	–	–	–	–	–	–	–	–
Всего	1193,1	786,1	0	0	0,19	0,18	0,19	0,19	1323,2	655

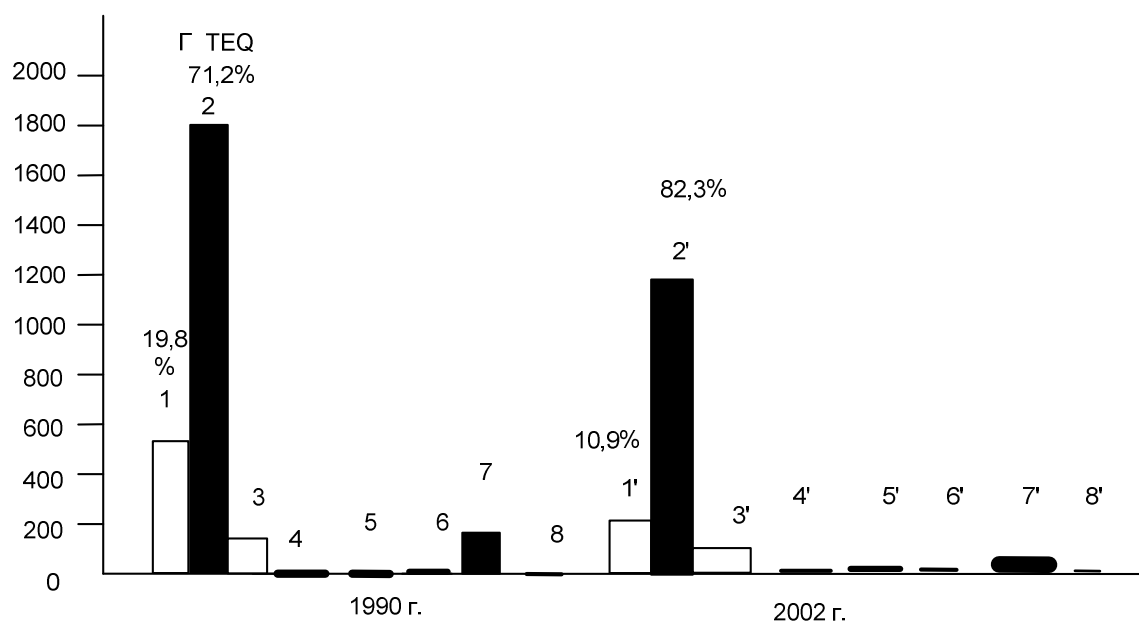
Таблица 2.9

Суммарный выброс ПХД и ГХБ на Украине в 2002 г., кг

Источники	Масса СОЗ, создающая выбросы, т	Коэффициент утечки ПХД	Коэффициент выброса ПХД	Коэффициент выброса ГХБ	Утечки ПХД, кг	Выброс ПХД, кг	Выброс ГХБ, кг
Конденсаторы	1774,125	2 кг/т	0,8 кг/т	–	3548,2	2,84	–
Трансформаторы	2000,01	0,3 кг/т	0,06 кг/т	–	600,00	0,04	–
Сжигание ТБО	276407211	–	5 мг/т	2 г/т	–	1,38	552,8
Сжигание дров	1828210	–	5 мг/т	0,06 мг/т	–	9,14	0,11
Сжигание каменного угля	2097109	–	18 мг/т	0,125 мг/т	–	37,75	0,26
Сжигание бурого угля	42310,0	–	10 мг/т	–	–	0,42	–
Всего					4148,25	51,57	553,17

Данные [55-57] о загрязнении ОПС Украины отдельными СОЗ в 1970-1998 гг. приведены на рис. 2.10. На рис. 2.11 а, б и рис. 2.12 приведены данные о выбросах и концентрации Б[а]П, объемах выпадения и концентрации Б[а]П на территории Украины в сравнении с др. странами Европы. Наиболее экологически напряженными регионами Украины по

наличию оборудования, содержащего СОЗ, являются Донецкая, Днепропетровская, Киевская области, АР Крым (рис. 2.13-2.15).



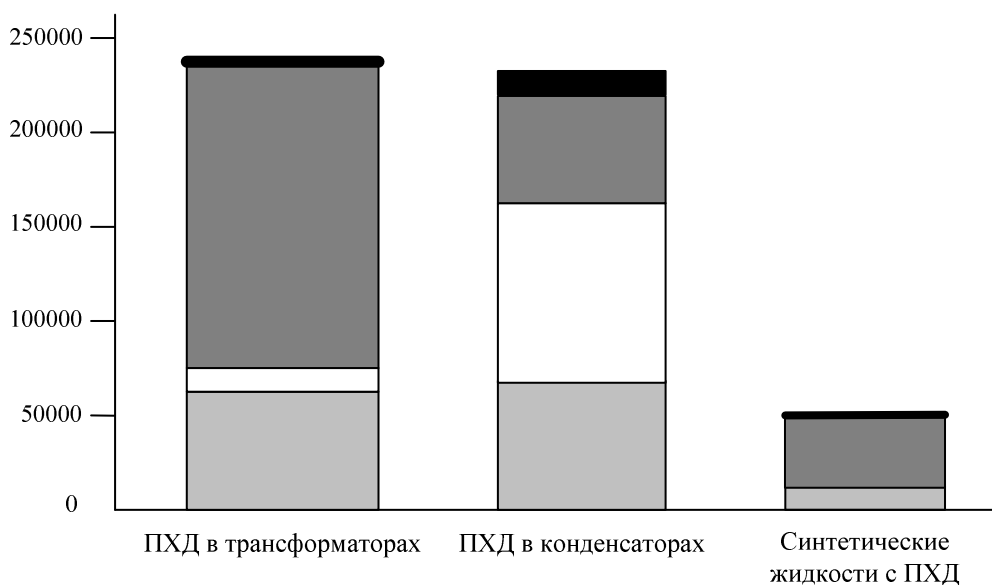
Источники	1990 г	2002 г
Сжигание ТБО	497,2	156,5
Черная и цветная металлургия	1792,5	1186
Промышленная энергетика	104,7	46,9
Производство минерального сырья	7,7	2,3
Транспорт	9,8	7,9
Неконтролируемое сжигание	0,4	0,4
Химическое производство	104,2	41,4
Разное	0,006	0,006
Всего	2516,5	1441,4

Рис. 2.8. Выбросы ПХДД/ПХДФ на Украине в 1990-2002 гг. (г ТЕQ)

Таблица 2.10

Выбросы некоторых СОЗ на территории Украины

СОЗ	т/год	СОЗ	т/год
Гексабромдифенил	0,01	Полихлорованные дибензофураны	5×10^{-7}
Гексахлорбензол	0,001	Полихлорованные дифенилы	0,01
Мирекс	0,01	Полихлорованные дибензо-п-диоксины	5×10^{-7}
Нитробензол	0,1	2.3.7.8 – Тетрахлордибензопарадиоксин	0,01
Нитротолуолы	0,1	Токсафен	0,01
Нитрофенолы	0,1	Хлордекон	0,01
Пентахлорфенол	0,02	Хлорированные парафины (короткая цепь)	0,01
Пентахлорбензол	0,01	Полиароматические углеводороды	5×10^{-7}
Бенз(б)флуорантен	5×10^{-7}	Бенз(а)пирен	5×10^{-7}
Бенз(к)флуорантен	5×10^{-7}	Индено (1.2.3-сd) пирен	5×10^{-7}



	Транспорт	16845	44783	9905
	Промышленность	1564635	695020	196776,3
	Топливно-энергетический комплекс	81950	766061	0
	Другие области	397730	432744	43366
	Всего	2061160	1938608	250047

Рис. 2.9. Вклад ряда хозяйственных комплексов в общую массу ПХД, кг

Выполнение Украиной основных мероприятий сбора и уничтожению оборудования, содержащего СОЗ, включает разделы:

- прекращение использования ПХБ, ПХД, ПХДД и др. СОЗ до 2028 г.;
- выявление и вывод из эксплуатации данного оборудования до 2015 г.;
- выявление участков земной поверхности, загрязненных ПХБ, ПХД, ПХДД и др. СОЗ, проведение комплекса производственно-технических и эколого-гигиенических работ по их очистке.

Имеются 4 промышленные технологии уничтожения СОЗ: восстановление в газовой фазе (установка «ELI Eco», Канада); каталитическое дехлорирование (Австралия); контейнерные сжигающие установки (Дания), технологии УГНТЦ «Энергосталь», Украина.

Оценка этих технологий по критериям: использование материалов, эксплуатационный процесс (материалы, электроэнергия), эффективность, выбросы, сбросы, конечный продукт, анализ жизненного цикла, затраты средств свидетельствует, что все они имеют технологические недостатки, требуют значительных объемов финансирования, что ограничивает их использование на территории Украины.

Эти процессы являются экологически опасными из-за образования твердых, жидких и газообразных токсичных и канцерогенных веществ. Самыми опасными веществами, образующимися в этом процессе, являются соединения группы диоксинов.

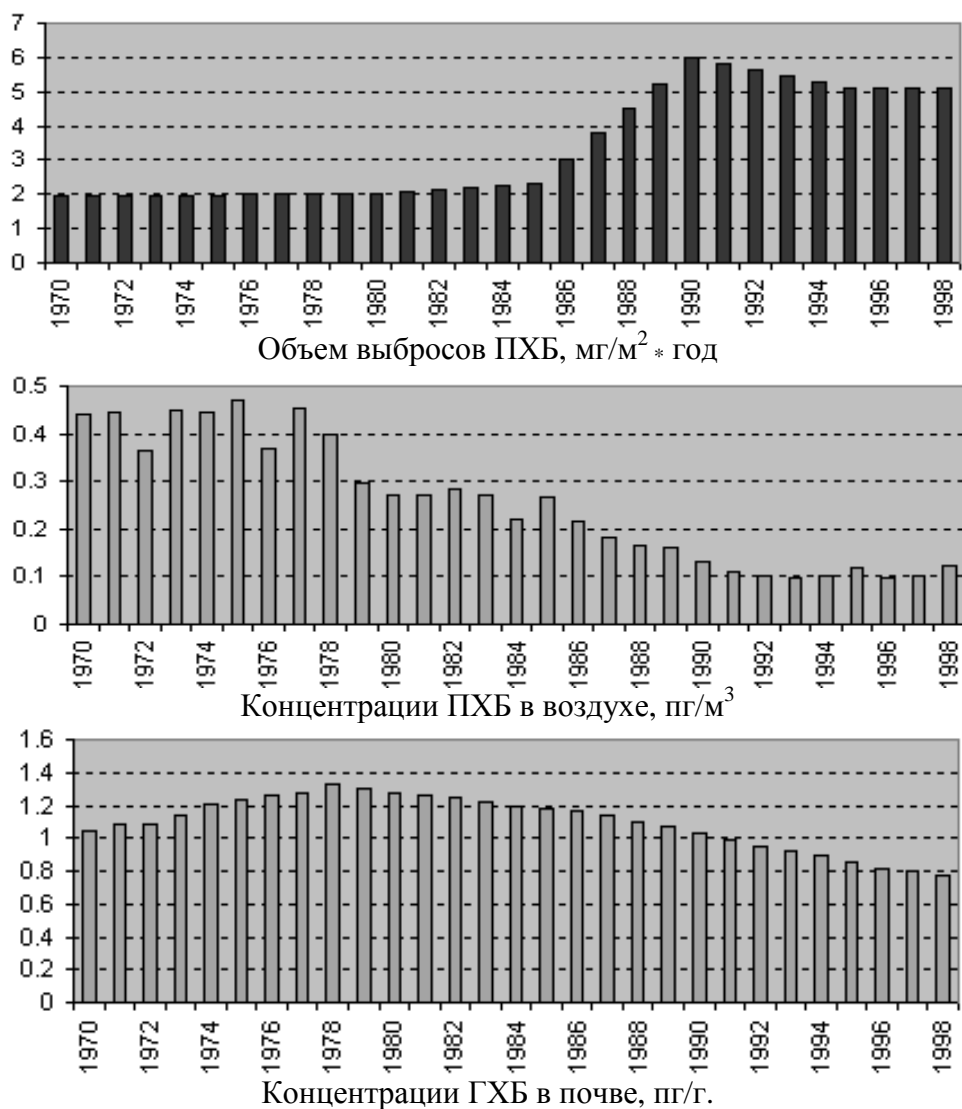


Рис. 2.10. Загрязнение ОПС Украины отдельными СОЗ в 1970-1998 гг.

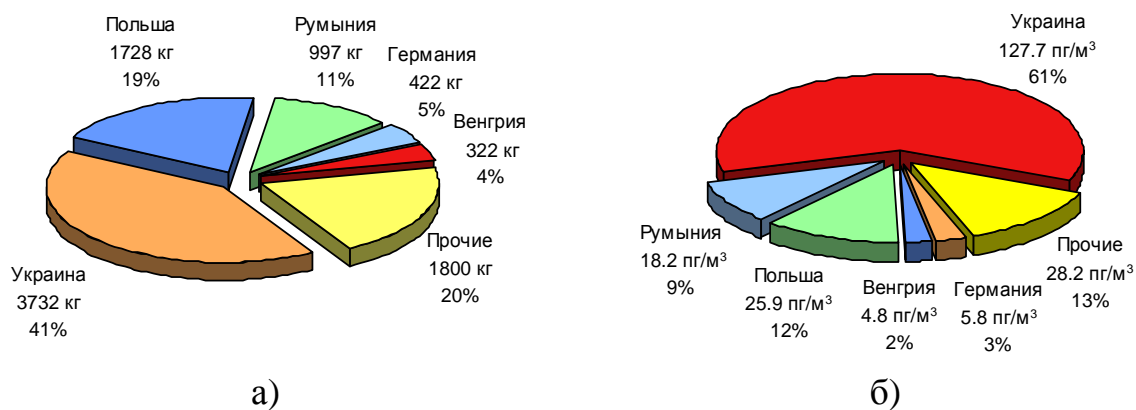


Рис. 2.11. Объем выпадений Б[а]П

а) и его содержание в воздушном бассейне Украины;
 б) в 2000 г. в сравнении с др. странами Европы.

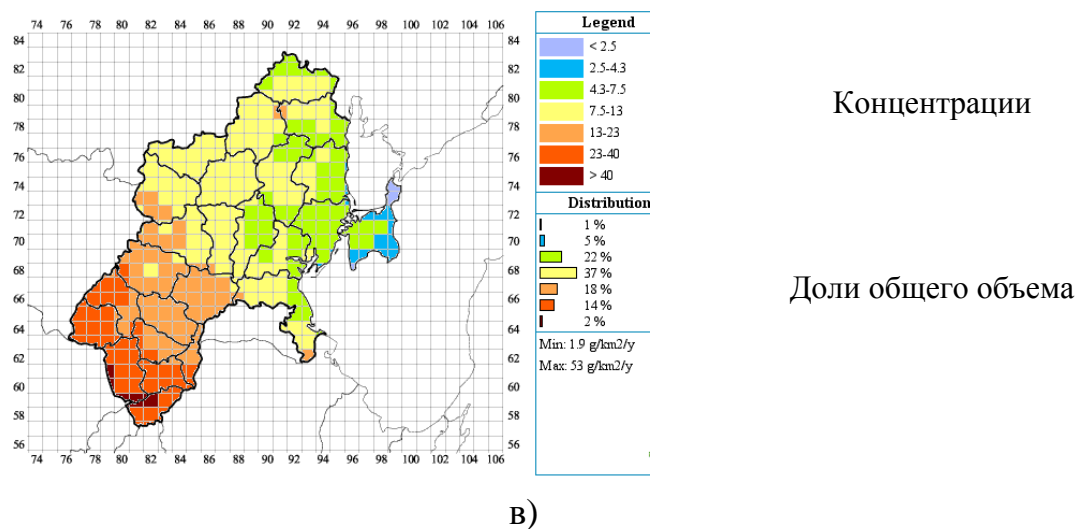
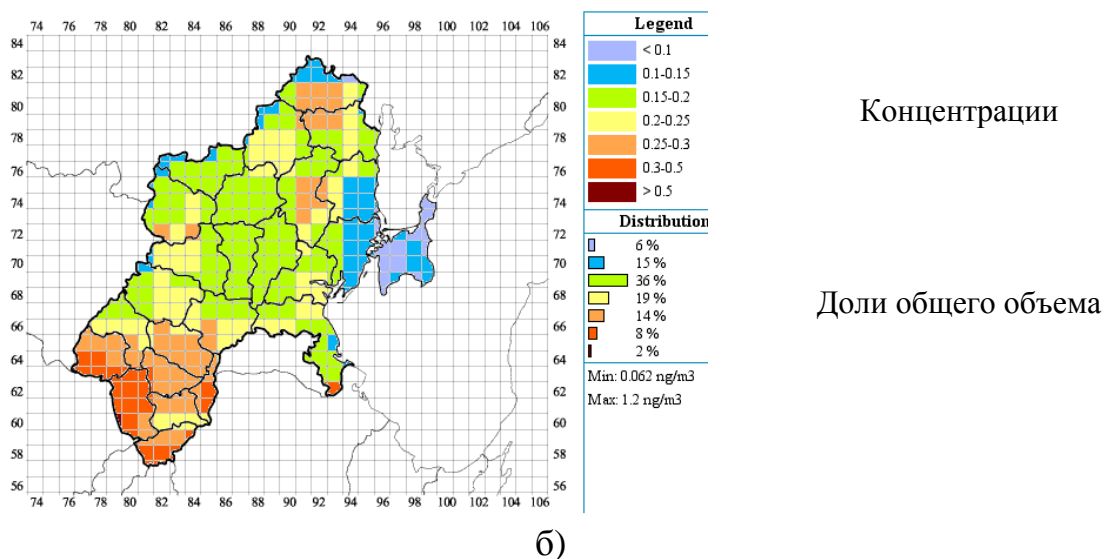
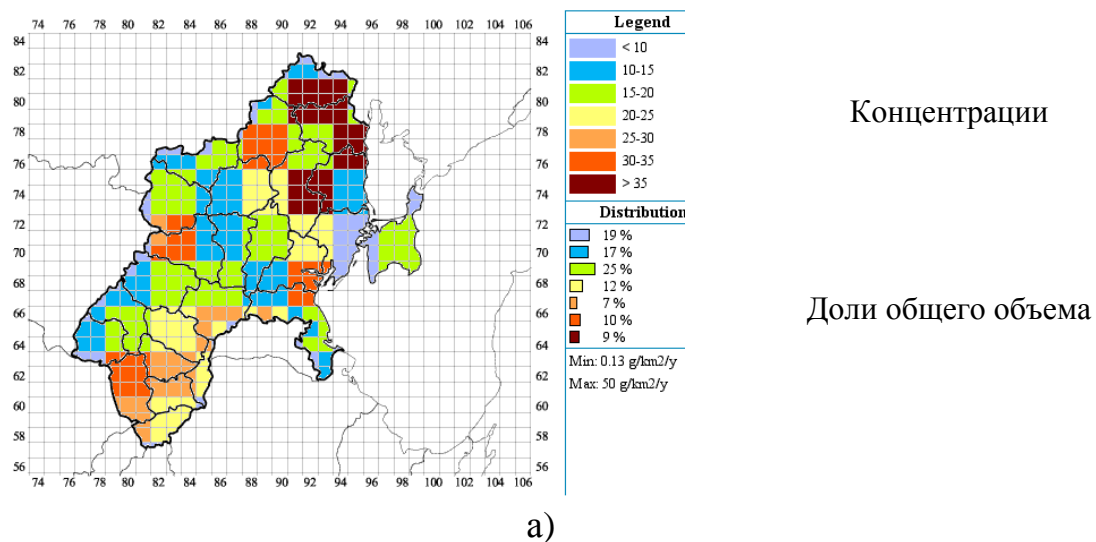


Рис. 2.12. Выбросы, концентрация и объем выпадений Б[а]П на территории Украины:

а) выбросы $\text{мкг/м}^2 \cdot \text{год}$; б) концентрация в воздухе, нг/м^3 ;
в) объем выпадений, $\text{г/км}^2 \cdot \text{год}$.

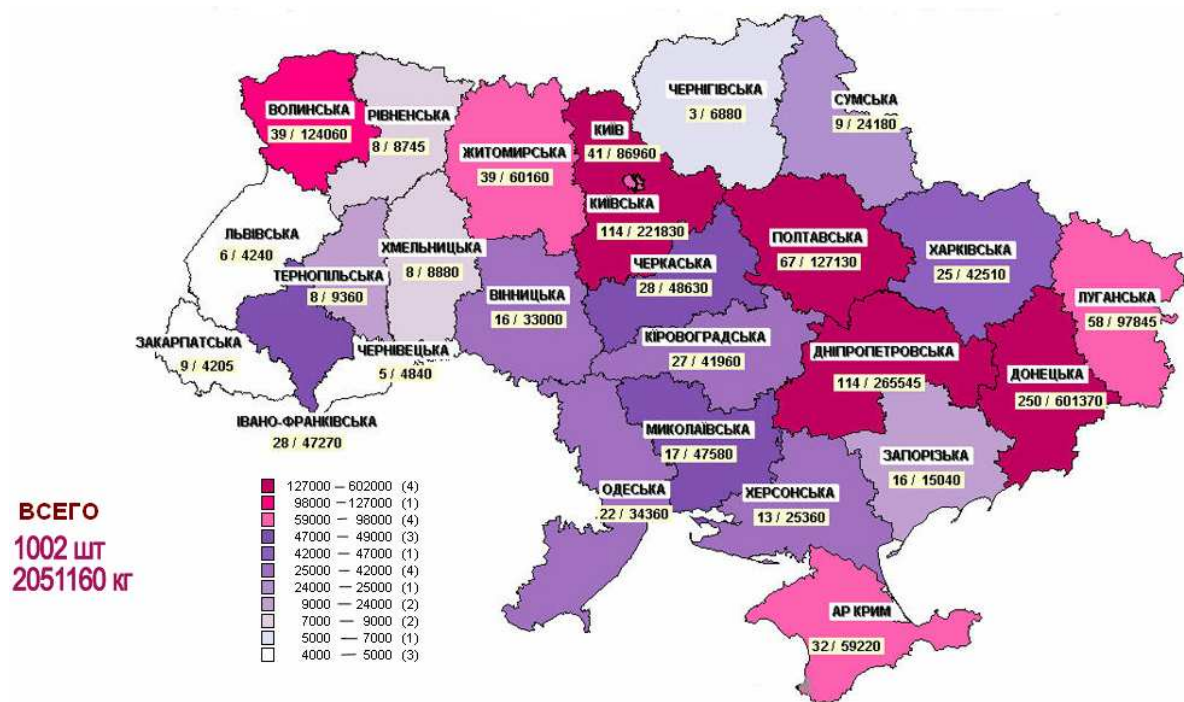


Рис. 2.13. Адміністративно-територіальне розміщення трансформаторів, що містять ПХД, шт/кг за даними інвентаризації 2006 г.

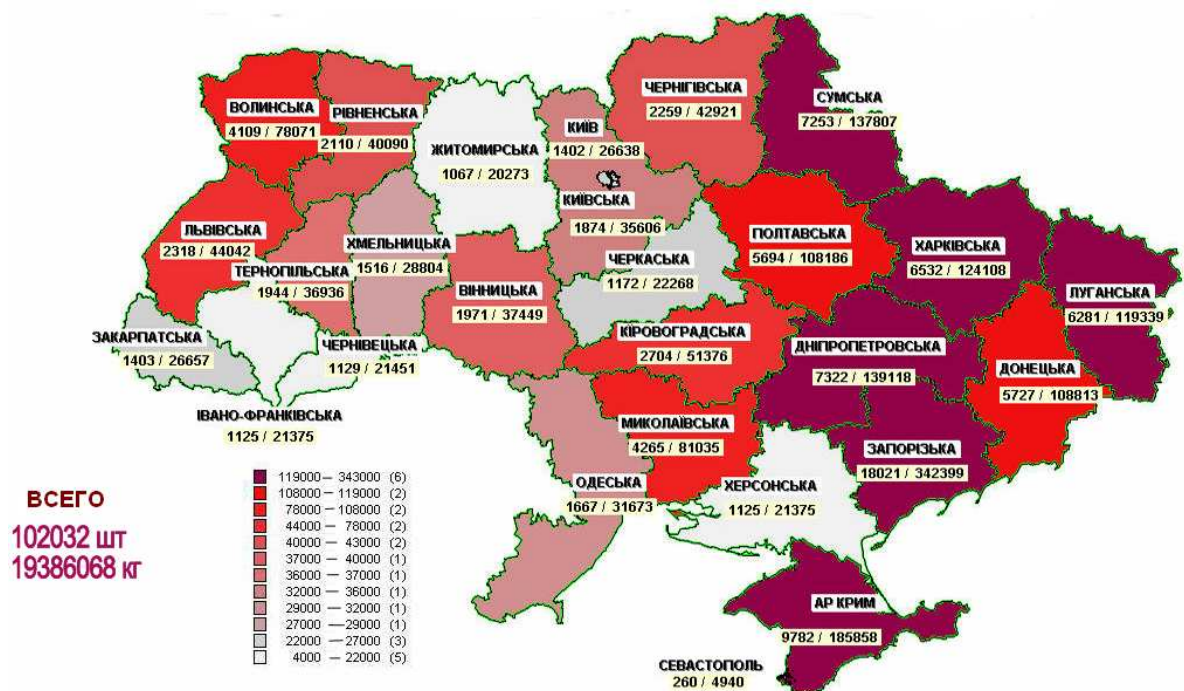


Рис. 2.14. Адміністративно-територіальне розміщення конденсаторів, що містять ПХД, шт/кг ПХД

Термічна переробка відходів в герметичних термолізних печах без доступу кисню має перед прямим сжиганням суттєве перевагу: при такому процесі діоксинів утворюється на декількох порядках менше. Хоча діоксини все ж будуть виникати в процесі

термолиза ПО в широком интервале температур, максимум их образования будет совпадать с периодом наибольшего выхода летучих, имеющих температуру 650-750°C.

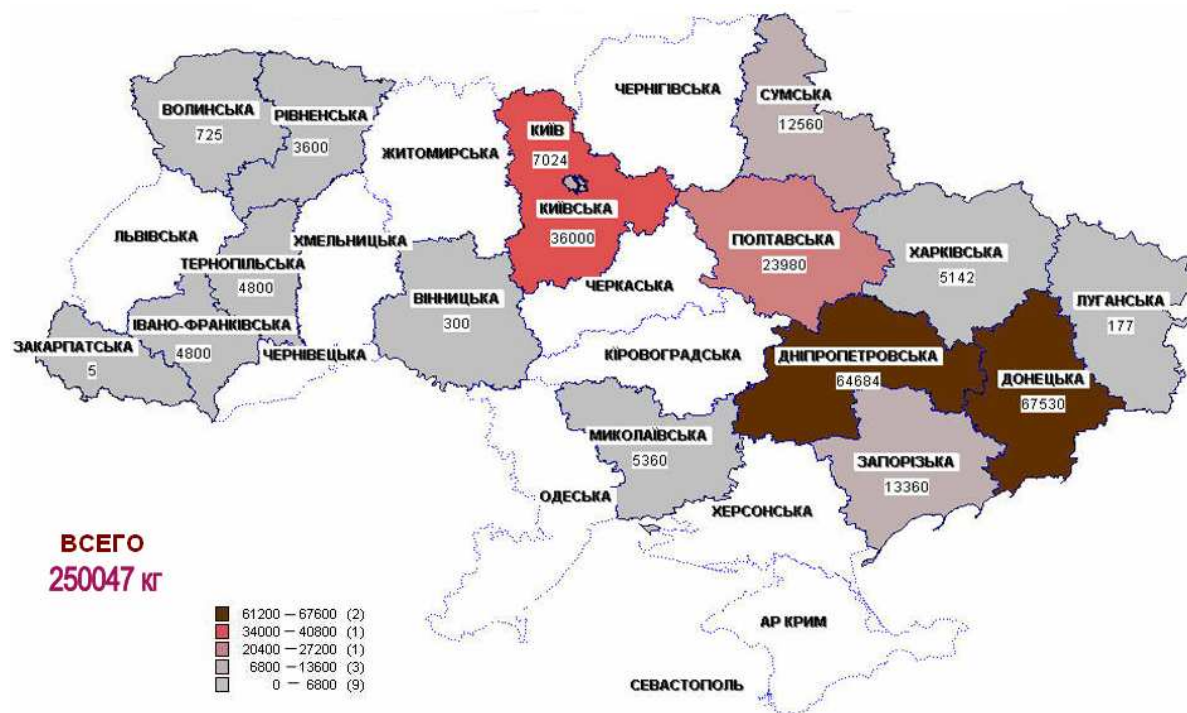


Рис. 2.15. Административно-территориальное размещение синтетических растворов, содержащих ПХД, кг ПХД

Поэтому остаточное содержание диоксинов и диоксинообразующих веществ в твердом остатке термолиза – твердом термолизном топливе – в конце стадии термолиза при 900-1000°C будет минимальным. Эти вещества будут полностью разрушены на следующей стадии – при сжигании топлива в топке с кипящим слоем.

В ДонНТУ разработан процесс комплексной переработки ОпО на основе термической деструкции и синтеза органического вещества в термолизных печах с получением полезных химических продуктов и энергии.

С учетом изложенных выше особенностей образования диоксинов и сведений об их физико-химических свойствах можно определить реальные возможности снижения диоксиновой опасности технологий термической переработки органических промышленно-бытовых отходов:

- уменьшение в исходном сырье доли С1- Вг-содержащих материалов и катализаторов, способствующих образованию диоксинов (например, соединений меди); целесообразно перерабатывать эти материалы отдельно;
- минимизация объемов образования золы и дымовых газов;
- обеспечение при сжигании органических веществ полного их сгорания и применение дожигания отходящих газов;

- управление процессом переработки сырья с нагревом получаемых продуктов, содержащих диоксины, выше 1250°C с выдержкой более 2 с;
- предотвращение повторного синтеза диоксинов при охлаждении дымового газа или летучих продуктов термической переработки;
- обеспечение герметичности агрегатов в течение всего процесса переработки;
- улавливание летучих соединений в замкнутом цикле химической очистки.

Наличие окислительной среды при коэффициенте избытка воздуха более 1,05-1,2 обеспечивает лучшее сгорание и меньшее образование диоксиноподобных веществ. Принципиальное для данной технологии разделение теплоносителя и перерабатываемой массы приводит к минимальному образованию летучих веществ, содержащих диоксины.

При этом летучие компоненты, образующиеся при термолизе, значительно меньше загрязнены летучей золой, чем при сжигании, поскольку процесс ведется с уплотнением сырья.

Это обеспечивается прессованием рыхлой массы ПО и слоевым спеканием перерабатываемой массы, что практически полностью исключает образование пылевидных фракций в газовых продуктах. Конструкция блока термолизных агрегатов позволяет при незначительных затратах нагревать летучие, поступающие из всех камер наклонных термолизных печей, до 1200-1300°C.

Мировой опыт и работы, выполненные в бывшем Министерстве электротехнической промышленности СССР показывают, что наилучшей альтернативой ПХБ – диэлектрикам является пожаробезопасная силиконовая (кремнийорганическая) жидкость.

Для РФ, как и для США и Канады, проблема СОЗ и, в частности, такого органического соединения как ПХБ особенно актуальна. Именно эти страны используют большой протяженности электрические сети высокого напряжения, в которых применяются мощные трансформаторы с наполнением из полихлорбифенила.

Оценка технологий обезвреживания СОЗ по критериям: использование материалов, эксплуатационный процесс (материалы, электроэнергия), эффективность, выбросы, сбросы, конечный продукт, анализ жизненного цикла, затраты средств свидетельствуют, что все они имеют технологические недостатки, требуют значительных объемов финансирования, что ограничивает их использование на территории Украины.

Сущность процесса, заложенного в основу конструкции одной из установок, базируется на термохимическом методе преобразования сложных химических веществ и их смесей при высоких температурах, т.е. $T=2500-3500^{\circ}\text{C}$, в высокоскоростном движущемся потоке. При таких

условиях химические вещества быстро распадаются, происходит их "атомизация", за которой следует окисление и связывание до безопасных побочных продуктов (рис. 2.16).

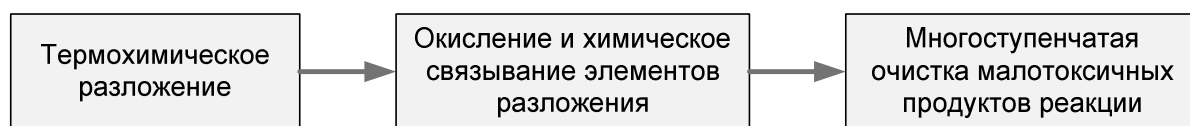


Рис. 2.16. Технологическая схема обезвреживания СОЗ

Термический режим установки занимает промежуточное положение между обычным сжиганием или пиролизом при температурах 1200-1700°C и плазменным обезвреживанием ТО при температуре 5000-10000°C. В то же время процессы образования горючей смеси и перемешивания продуктов сгорания в установке значительно отличаются от традиционных процессов, которые проходят по условной схеме «горение в объеме». Основное отличие состоит в том, что все физико-химические процессы обезвреживания ТО протекают в высокотемпературном газовом потоке, движущемся со сверхзвуковыми и близкими к звуковым скоростями ($M > 0,8$).

Высокая энергонасыщенность и теплонапряженность реакционной камеры обеспечивает полноту физико-химических превращений и перемешивания продуктов реакции с последующим быстрым охлаждением («замораживанием»), что практически исключает возможность образования вторичных токсичных химических соединений (диоксины и фураны).

Газодинамический тракт установки представляет собой последовательную цепь агрегатов: газогенератор, реакционная камера, камера дожигания, нейтрализатор и блок мокрой очистки. Высокотемпературные процессы, определяющие качество обезвреживания высокотоксичных веществ, осуществляются в первых трех звеньях газодинамического тракта. Ввод компонентов (кислород-керосин-обезвреживаемое вещество-воздух) осуществляется при строгой регулировке параметров, что обеспечивает степень перемешивания вплоть до молекулярного уровня и необходимые условия для полного протекания реакций термохимического разложения и доокисления.

После камеры дожигания продукты реакции поступают в блок нейтрализации и очистки. На входе в нейтрализатор установлен ряд форсунок, через которые в поток продуктов сгорания подается щелочной раствор для связывания кислых компонентов, которое происходит в нейтрализаторе и завершается в блоке мокрой очистки. При производительности установки до 1 т/ч обезвреживаемого вещества габариты технологического модуля составляют 4,5×2,0×1,5 м. Схема потоков через установку при утилизации совтола приведена на рис. 2.17.

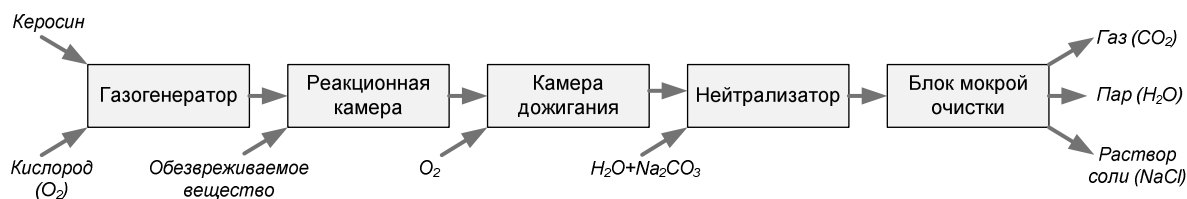


Рис. 2.17. Принципиальная схема установки

Компания ООО «ЭЛФА» (Российская Федерация) создана в 1991 г. с целью осуществления научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок в области охраны ОПС. Базовой основой в работе компании явились высокие достижения Российской ракетно-космической техники, опираясь на которые была разработана принципиально новая технология и установка на базе ракетного двигателя для обезвреживания ОПО.

Работы по созданию и использованию новой технологии осуществляются в сотрудничестве с Центральным научно-исследовательским институтом машиностроения (ЦНИИМАШ, г. Королев, Московской обл.) и др. российскими предприятиями. Технология и установка защищены патентом РФ №2005519 от 15.01.94 г. на «Способ термохимического обезвреживания высокотоксичных веществ и устройство для его осуществления».

Первый экземпляр промышленной установки запущен на металлургическом комбинате «Северсталь» (г. Череповец) в 1998 г. с соблюдением необходимых нормативно-правовых, инструктивно-методических и нормативно-технических документов. На этом объекте осуществляется обезвреживание наиболее распространенного супертоксиканта – совтола-10. Эффективность разложения и удаления ПХБ составляет величину не ниже 99,9999%, что соответствует высшим мировым достижениям техники обезвреживания хлорорганических веществ, в том числе ПХБ.

Благодаря освоению этой технологии, в 2003 г. утилизировало 120 т совтола и выведено из эксплуатации 43 единицы морально устаревшего оборудования. Стоимость переработки 1 т совтола в условиях комбината «Северсталь» составляет \$1,5 тыс., а в США и Канаде – \$4 тыс. По результатам измерений, подтвержденная полнота сгорания совтола составляет 99,9999%, что соответствует достижениям мирового уровня.

Для опорожнения трансформаторов полной ликвидации ПХБ "НПО Петрохимтехнология" заключило с комбинатом «Северсталь» договор. В рамках договора разработана технология очистки трансформаторов. Согласно технологии проектируется промышленная установка.

Разработана программа дальнейшей утилизации совтолсодержащего оборудования, которую планируется реализовать до конца текущего

десятилетия. В целом по РФ замена оборудования с токсичными диэлектриками планируется к 2025 г., полная ликвидация ПХБ – к 2028 г.

В РФ на Новолипецком металлургическом комбинате (НЛМК) продолжается уничтожение супертоксикантов – совтола и совола. Разработанная специалистами НЛМК и НПП «Экоспектр» технология по безопасному обезвреживанию совола и совтола является ноу-хау, не имеет аналогов и позволяет без ущерба для ОПС уничтожать 99,99995% ОпО.

Основным отличием метода является то, что процесс происходит в фурменной зоне доменной печи, что позволяет внедрить его и на других металлургических комбинатах. Ежегодные затраты НЛМК на уничтожение супертоксикантов составляют около 2,7 млн. руб.

Организация НПК «СОФЭКС» (РФ) предлагает для использования в пожаробезопасных трансформаторах экологически безопасный жидкий диэлектрик «Софэксил ТСЖ». Это полидиметилсилоксановая (кремнийорганическая) жидкость, которая относится к классу пожаробезопасных трансформаторных жидкостей с температурой вспышки более 300°C.

Трансформаторная жидкость «Софэксил ТСЖ» не классифицируется как опасная для ОПС и не включена в списки опасных и токсических материалов. Она может быть использована:

- для разработки новых пожаро- и экологически безопасных трансформаторов с жидким силиконовым диэлектриком;
- для заполнения трансформаторов ранее заполненных минеральным маслом;
- для заполнения трансформаторов ранее заполненных совтолом.

Это позволяет понизить уровень совтола до допустимых значений и перевести трансформаторы в класс не зараженных ПХБ.

ЛИТЕРАТУРА К РАЗДЕЛУ 2

1. Гончарук Е.И. Гигиеническое нормирование химических веществ в почве, как средство для предотвращения загрязнения ландшафтов//Химия в сельском хозяйстве. 1981. №10, С. 19-21.
2. Шелюк М.Я. ПДК Мп и V в почвах Юго-Восточной Украины//Химия в сельском хозяйстве. 1982. №3, С. 25-26.
3. ГОСТ 17.4.1.02.-83. Почва. Охрана природы. Классификация веществ для контроля загрязнения.- М.: Госкомстандарт. 1983.
4. Зырин Н.Г., Каплунова Е.В., Сердюкова А. В. Нормирование содержания тяжелых металлов в системе почва-растение//Химия в сельском хозяйстве. 1985. №2, С. 17-21.
5. Ильин В.В. Определение допустимых концентраций тяжелых металлов в почвах//Химия в сельском хозяйстве. 1982. №3, С. 5-7.

6. Лунев М.И., Спыну Е.И., Моложанова Е.Г. Нормативы допустимого содержания токсикантов в почве//Химия в сельском хозяйстве. 1985. №2, С.18.
7. Временные гигиенические нормативы содержания некоторых химических веществ в пищевых продуктах. – М., 1982, С. 6.
8. Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами. – М.: 1987, С. 25.
9. Оценка степени загрязнения почв химическими веществами (тяжелые металлы и пестициды), – М.: 1992, С. 25.
10. Предельно допустимые концентрации химических веществ в почве (ПДК).- М.: 1985, С. 17.
11. Перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) химических веществ в почве. – М.: Минздрав СССР. 1991, С.17.
12. Мудрецов Л.Ф. Проблемы экономической оценки землересурсного потенциала//Совершенствование методов управления. – М.: ЦЭМИ.1986, С. 256 – 257.
13. Глазовская М.А. Почвенно-геохимическое районирование нечерноземной зоны для целей охраны почвы от загрязнения//Вопросы географии. №108. 1978,.С. 127 – 129.
14. Воробьева Л.А. О химической характеристике почвы//Научные докл. Высшей школы. Биологические науки.- М.: 1989. №3, С. 11-20.
15. Гапонюк О.И. О мониторинге состояния почв при загрязнении//Химия в сельском хозяйстве. 1987, №4, С. 17-18.
16. Соколов М.С., Стрекозив Б.П. Последовательность и некоторые принципы нормирования пестицидов в почве//Химия в сельском хозяйстве. 1975. №5. С. 63-66.
17. Отчет ВНИИМЗ. Гос. рег. номер 0184.007.4.357.— Калинин, 1984, С. 129.
18. Временная типовая методика оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды, и определения эффективности природоохранных мероприятий.- М.: ЦЭМИ АН СССР, 1987, С. 97.
19. Балацкий О.Ф., Мельник Л.Г. Оценка отрицательного воздействия промышленных загрязнений на сельскохозяйственное производство//Вестник сельскохозяйственных наук. 1986. №11, С. 26-33.
20. Балацкий О.Ф., Дегтяренко А.Г. Актуальные вопросы экономики природопользования: Теоретические и практические аспекты.- Сумы, 1990.
21. Рыбалов А. Л. Экологические аспекты землересурсного потенциала страны и методические принципы оценки

- экономического ущерба от техногенных нагрузок на почву// - Х.: НТИДОР 1989.
22. Балацкий О.Ф. и др. Эколого-экономические проблемы сельскохозяйственного производства. – К.: Урожай, 1992.
23. Устименко В.А., Тархов П.В. Практические вопросы оценки негативных последствий загрязнения атмосферы статистическими методами//Актуальные вопросы экономики природопользования: теоретические и практические аспекты. – Сумы, 1990, С. 120-132.
24. Отчет НИИ ОКГ АМН. Гос. номер регистр: 0182.306.5821.- М.: 1985.
25. СОЗ: в опасности наше будущее. П/ред. О.Сперанской.-М.: «Экосогласие», 2003.
26. СОЗ: Шляхи вирішення проблеми стійких органічних забруднювачів в Україні. Проект №РО/3100-97-58-2203, Підрозділ ЮНЕП з хімічних речовин (UNEP Chemicals).
27. Касимов А.М., Полищук О.М. Современные проблемы обращения с непригодными пестицидами и агрохимикатами//Проблеми охорони НПС та екологічної безпеки: Зб. наук. пр. УкрНДІЕП.-Х.: Факт. 2004.
28. Касимов А.М., Носова А.В., Александров А.Н. Возможные пути решения проблемы непригодных и запрещенных к применению агрохимикатов: тактика и стратегия.//Тез. докл. Конфер. с междунар. участием «Сотрудничество для решения проблемы отходов». – Х.: 2004, С. 229-231.
29. Касимов А.М., Леонова О.Е., Полещук О.С. Современные проблемы обращения с непригодными пестицидами и агрохимикатами//Проблеми охорони навколишнього природного середовища та техногенної безпеки: Зб. наук. пр./УкрНДІЕП. – Х.: „Факт”. 2004, С. 193-200.
30. Касимов А.М., Сталінський Д.В., Варнавська І.В. Сучасні проблеми поводження з непридатними пестицидами і агрохімікатами//Тез. докл. ХУ междунар. научно-практ. Конфер. «Экология и здоровье человека. Охрана водного и воздушного бассейнов. Утилизация отходов». Т. П. –Х.: УГНТИЦ Энергосталь. 2007, С. 421-426.
31. Касимов А.М., Варнавская И.В. Современные проблемы Украины при обращении с непригодными и запрещенными к применению средствами защиты растений// Зб.наук.ст. «Екологічна безпека: проблеми, шляхи вирішення. Міжнар. науково-практ. Конфер. Том 11. –Х.: УкрНДІЕП, 2007, С. 40-44.
32. Касимов А.М., Полещук О.С., Коваленко А.М. Проблема СОЗ на Украине и международное сотрудничество. Восточно-

- Европейский журнал передовых технологий, №3/1(15), 2005, С. 65-69
- 33.Касимов А.М., Семенов В.Т., Александров А.Н. и др. Твердые бытовые отходы. Проблемы и решения. Технологии и оборудование. – Х: ХНАГХ. 2006. 308 с.
- 34.Белан С.Р., Грапов А.Ф. Новые пестициды. – М.: ВНИИХСЗР, 2001. 196 с.
- 35.ГОСТ 12.1.007-76. ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
- 36.Краткая токсикологическая характеристика ХСЗР. – М.: Госхимкомиссия.1966. 91 с.
- 37.Никитин Ю.А. Пожарная опасность пестицидов. – М.: Росагропромиздат, 1988. 125 с.
- 38.Справочник по пестицидам. Под ред. А.В.Павлова. – К: Урожай, 1986. 432 с.
- 39.Химические средства защиты растений, М.: Госкомсельхозтехника, 1979. 432 с.
- 40.Мельник Н.Н., Новожилов К.В. Справочник по пестицидам. – М.: Химия, 1985. 352 с.
- 41.Правила приема, хранения и отпуска пестицидов на складах объединений «Сельхозхимия». М.: Агропромиздат, 1985. 16 с.
- 42.Медведь Л.И. Справочник по пестицидам. Киев: Урожай, 1974. 448 с.
- 43.Мельников Н.Н., Новожилов К.В., Белан С.Р., Пылова Т.Н. Справочник по пестицидам. – М.: Химия, 1985. 352 с.
- 44.Мельников Н.Н., Новожилов К.В., Белан С.Р. Пестициды и регуляторы роста растений. Справочник. – М.: Химия, 1995. 576 с.
- 45.Минеральные удобрения и химические средства защиты растений. Государственные стандарты СССР. – М.: Изд-во стандартов 1971. 463 с.
- 46.Мартыненко В.И., Промоненков В.К., Куруленко С.С. и др. Пестициды: Справочник. – М.: Агропромиздат 1992. 368 с.
- 47.Химические средства защиты растений. – М.: Госкомсельхозтехника, 1979, 432 с.
- 48.Шамшуринов А.А., Кример М.З. Физико-химические свойства пестицидов. Справочник. – М.: Химия, 1976. 328 с.
- 49.ГОСТ 14189 –81. Пестициды. Правила приемки, отбора проб, упаковки, маркировки, транспортирования и хранения.
- 50.ГОСТ 19433-88. Грузы опасные. Классификация и маркировка.
- 51.Калинин В.А. Классификация пестицидов. Защита и карантин растений. 2001, №3, С. 45-47.
- 52.СОЗ і Стокгольмська конвенція. Харківська міська екологічна громадська організація «МАМА-86». Харків, 2004.

53. Стан світу 2000. – К.: «Інтелсфера», 2000.
54. Пат. 30485 Україна, МПК8 F 23 G 7/00, А 62 D 3/00. Способ сжигания стойких органических загрязнителей. Сталинский Д.В., Касимов А.М., Яцков Н.В., Варнавская И.В.; УкрГНТЦ «Энеросталь», НУВХиП. – № и 2007 12847\$ заявл. 20.11. 07; опубл. 25.02.08. Бюл. №3.-6 с.
55. Касимов А.М., Варнавская И.В. Новая технология обезвреживания некондиционных средств защиты растений//Экология и промышленность. №2, 2008, С. 9-13.
56. Дунюшкін В.О. “Забезпечення заходів з розроблення Національного плану щодо впровадження в Україні Стокгольмської конвенції по СОЗ”. Проект ГЕФ/ЮНЕП, 2003.
57. Дутчак С.В. Использование экспертных оценок выбросов СОЗ для модельных расчетов. ЕМЕП/МСЦ-Восток. 2003.
58. Патент РФ №2005519. Способ термохимического обезвреживания токсичных веществ и устройство для его осуществления от 15.01.94. А.И. Папуша.

Дополнительная литература

1. «Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення»/ДСанПіН 2.2.7.029-99 / – К.:, 1999.
2. Временный классификатор токсичных промышленных отходов и методические рекомендации по определению класса их токсичности, утвержденный Минздравом СССР 13.05.87 №4286-87.
3. «Предельное содержание токсичных соединений в промышленных отходах, обуславливающее отнесение их к категории токсичности» №3170-84. – М.:, 1984.
4. Утилизация отходов. Пер. с англ. Пред. Валсон. Д. – М.: Стройиздат, 1985. 338 с.
5. «Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды»//Приказ МПР России №511 от 15.6.2001
6. «Про затвердження Порядку розроблення, затвердження і перегляду лімітів на утворення і розміщення відходів»//Постанова КМ України від 3 08.98 р. №1218.
7. Александров А.Н., Касимов А.М., Шахбазов В.Г. Способ объективной оценки экологической нагрузки на человека.//Сб. научн. тр. УкрНИИЭП, вып. XXV, – Харьков, 2001, С. 140-143.

РАЗДЕЛ 3

ТОКСИЧНЫЕ И РАДИОАКТИВНЫЕ ОТХОДЫ. ОБРАЗОВАНИЕ И МЕТОДЫ ОБРАЩЕНИЯ. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ, ХРАНЕНИЯ, ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ И УНИЧТОЖЕНИЯ

3.1. Токсичные отходы

Во всех странах СНГ особо стоит проблема обращения с токсичными (ТО) и радиоактивными (РАО) отходами. Общая картина образования и размещения токсичных отходов различных классов опасности (КО) в промышленности Российской Федерации в последние гг. XX в. – первые годы XXI в. иллюстрируется данными, приведенными на *рис. 3.1-3.10*. Характерная ситуация с образованием крупнотоннажных отходов черной металлургии – доменных и сталеплавильных шлаков приведена на *рис. 3.11 и 3.12*.

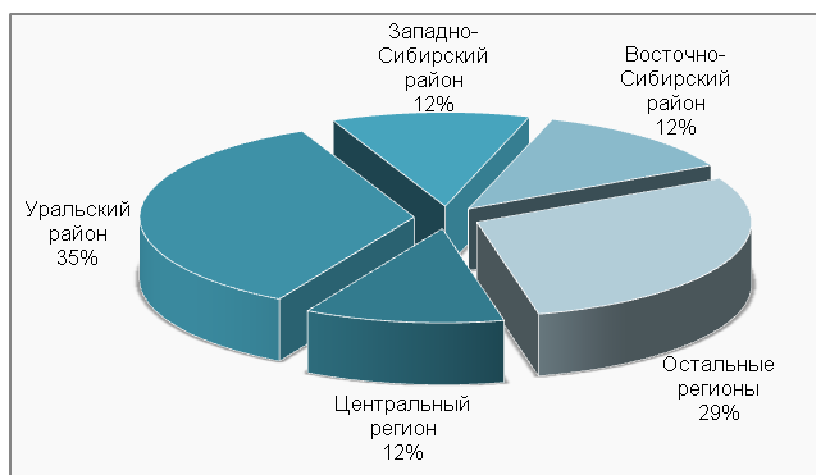


Рис. 3.1. Распределение объемов ТО в регионах РФ

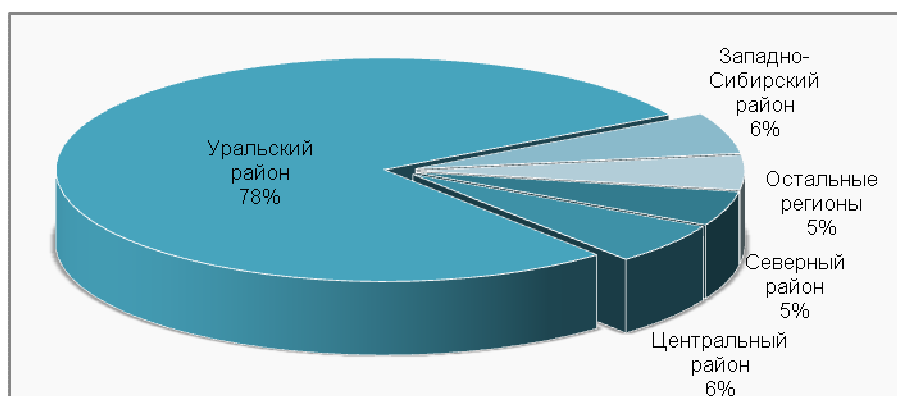


Рис. 3.2. Распределение объемов ТО 1 КО в регионах РФ

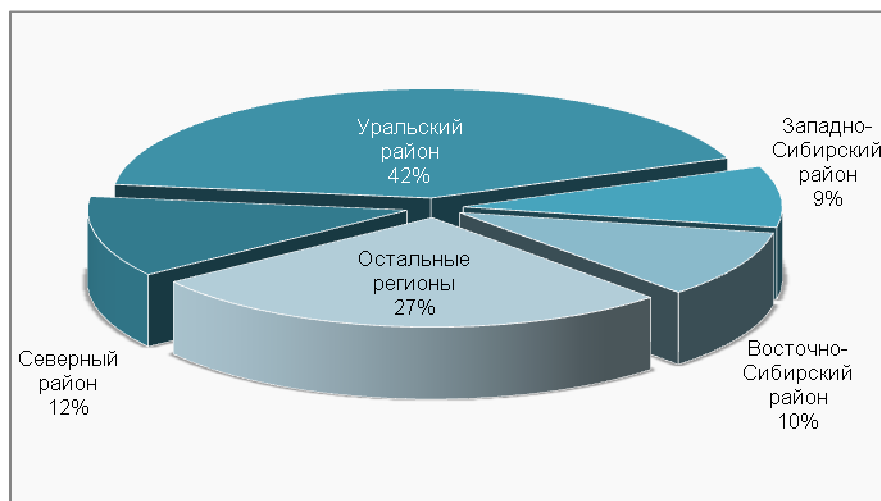


Рис. 3.3. Распределение объемов ТО П КО в регионах РФ

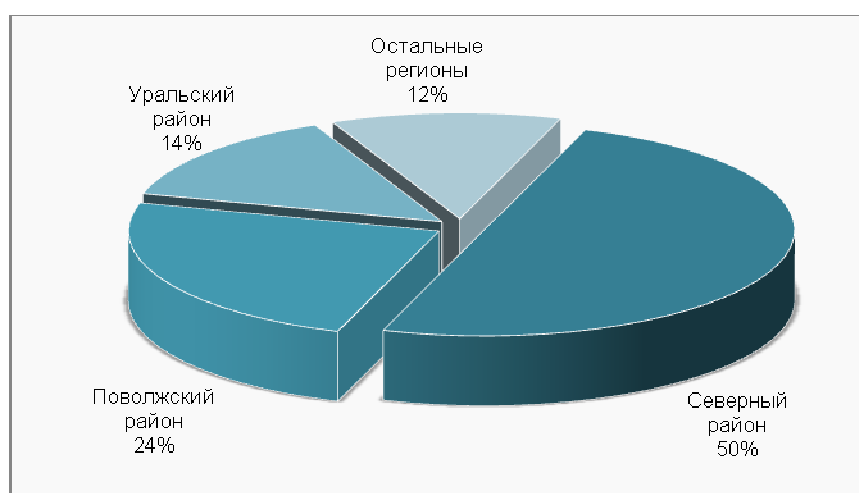


Рис. 3.4. Распределение объемов ТО Ш КО в регионах РФ

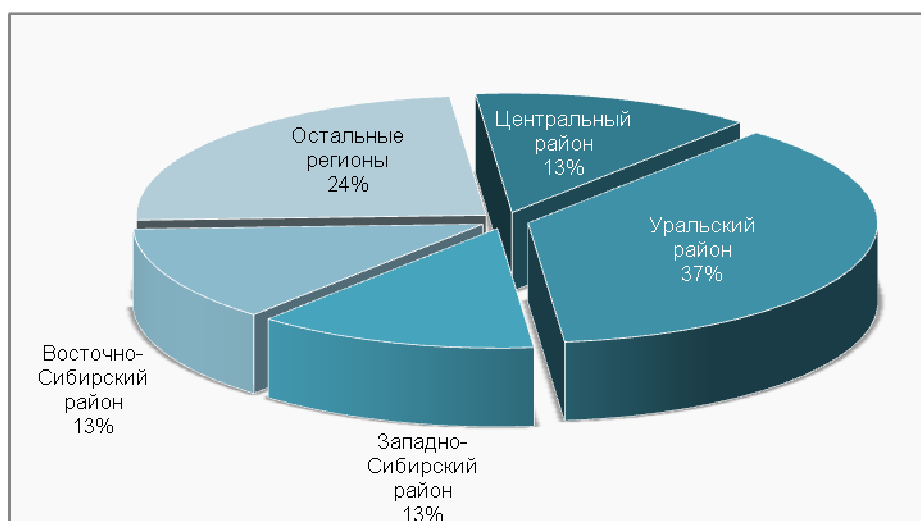


Рис. 3.5. Распределение объемов ТО 1У КО в регионах РФ

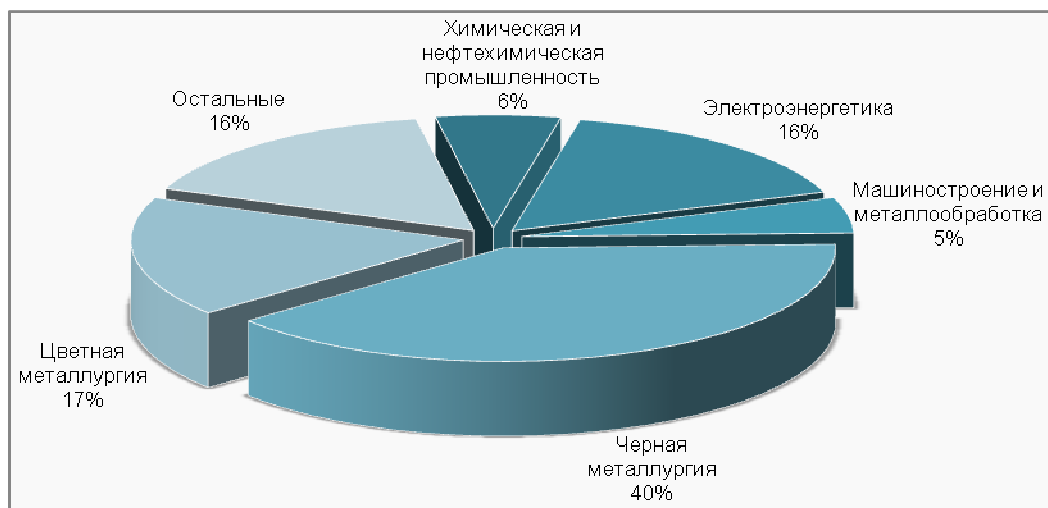


Рис. 3.6. Распределение объемов ТО в отраслях промышленности РФ

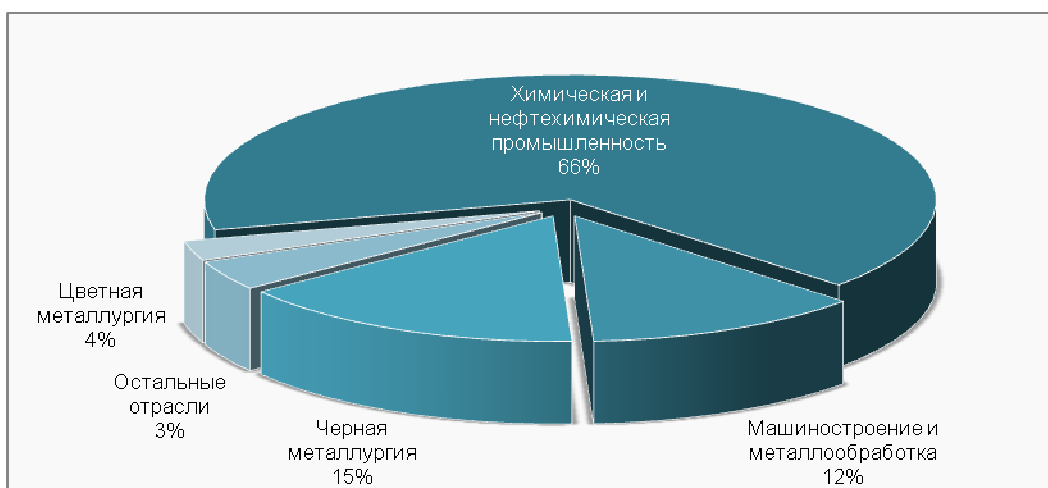


Рис. 3.7. Распределение объемов ТО 1 КО в отраслях промышленности РФ

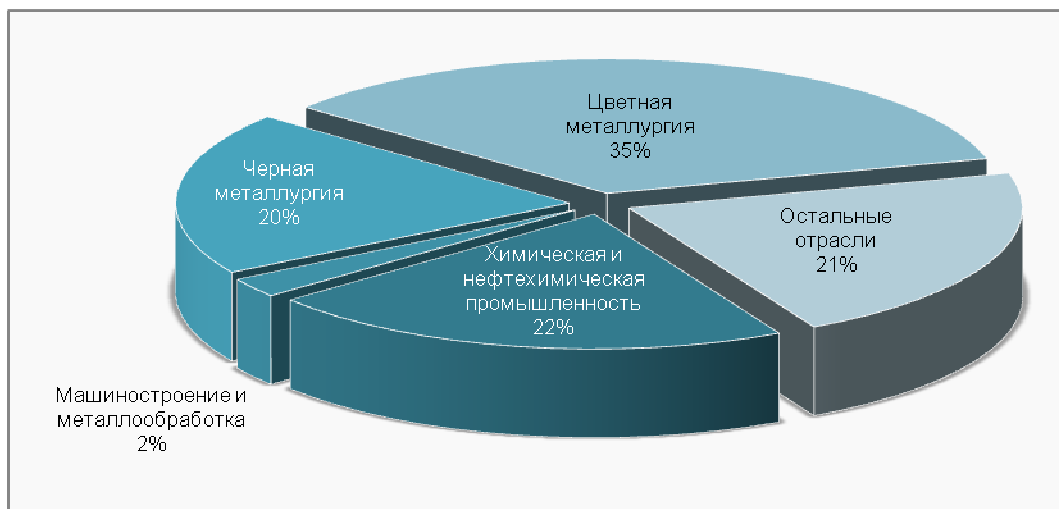


Рис. 3.8. Распределение объемов ТО II КО в отраслях промышленности РФ

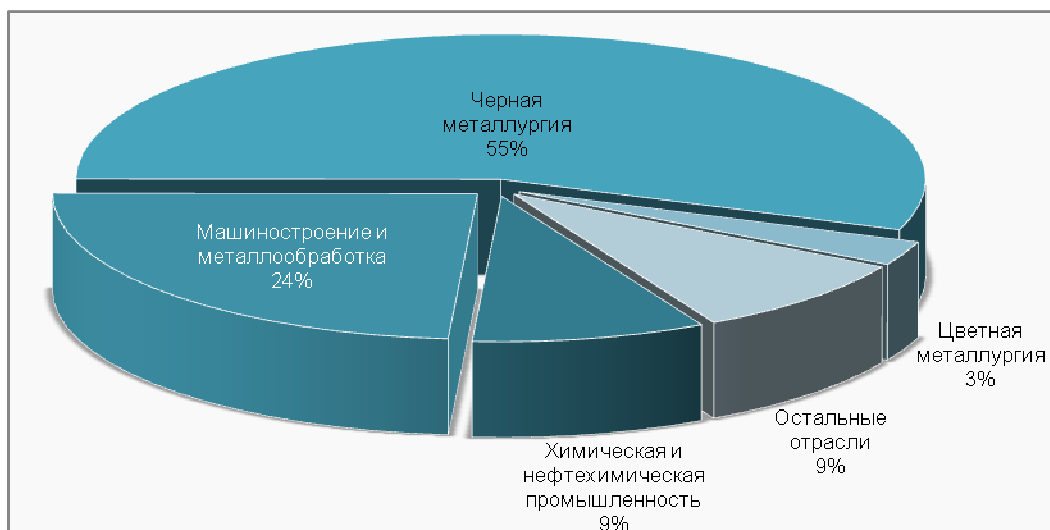


Рис. 3.9. Распределение объемов ТО Ш КО в отраслях промышленности РФ



Рис. 3.10. Распределение объемов ТО 1У КО в отраслях промышленности РФ

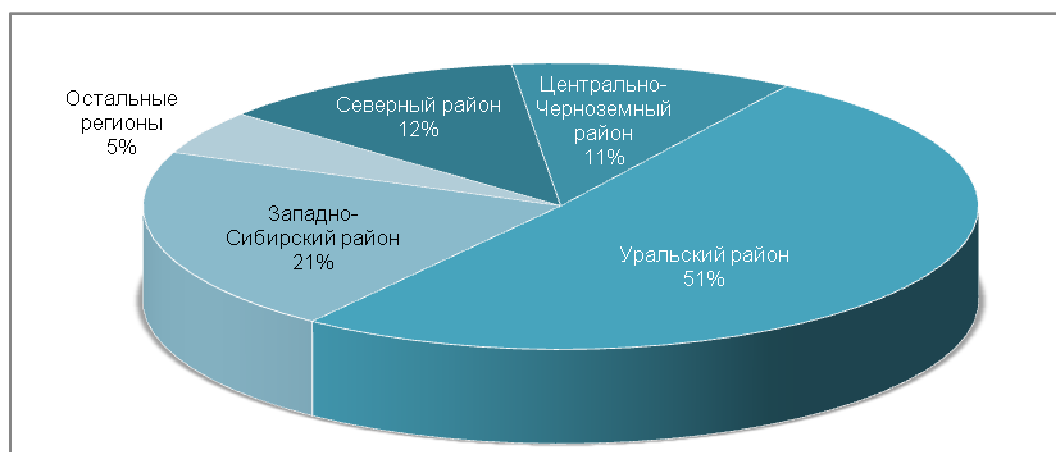


Рис. 3.11. Распределение объемов доменных шлаков в регионах РФ

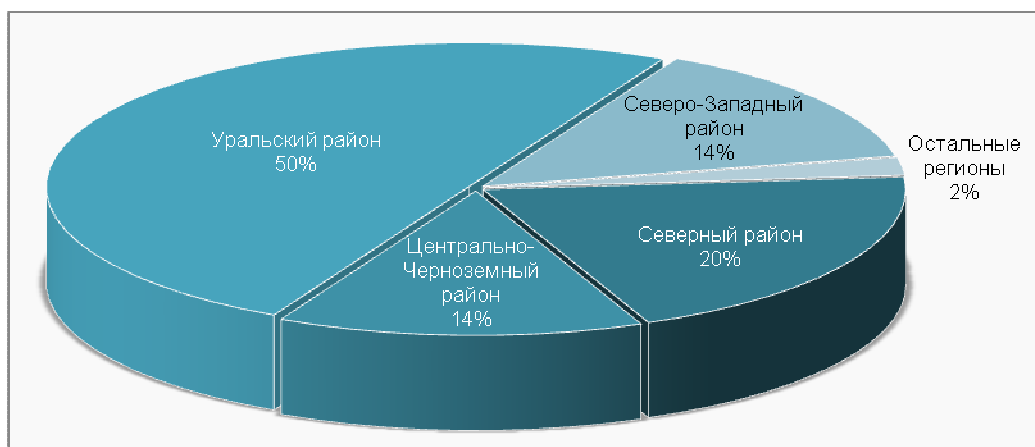


Рис. 3.12. Распределение объемов сталеплавильных шлаков в регионах РФ

Приведенные данные свидетельствуют о серьезной техногенной нагрузке на Уральский, Западно-Сибирский, Северо-Западный и Северный регионы Российской Федерации.

В табл. 3.1 приведены данные об образовании, использовании и размещении ТО в Российской Федерации в последние годы XX в.

Таблица 3.1

Образование, использование и размещение ТО в РФ, тыс. т/год.

Наименование и КО отхода	Образовано	Использовано	Обезврежено	Складировано на территории	Наличие на конец года
Отходы всех КО.	108069,6	37162,4	34,4	87403,8	1818404
I Кл., всего	338,55	64,08	18,9	274,06	2820,3
Отходы гальваники:	23,49	21,51	91,6	2,92	4,63
ртуть	4,37	1,16	26,6	1,10	2,70
хлорорганика	13,05	13,02	99,7	0,22	0,99
хром (6)	117,38	1,27	1,1	116,22	2790,1
Прочие отходы I КО	180,26	27,12	15,0	153,60	21,82
II КО, всего	2801,84	1167,27	41,7	2016,52	128102
кубовые остатки	52,74	44,83	85,0	14,54	49,44
нефтепродукты	383,33	342,97	89,5	112,46	253,44
мышьяк	800,38	0,30	0	800,44	126009
Прочие отходы II КО	1281,18	517,38	40,9	1083,53	989,68
Отходы III КО, всего	5099,15	2407,13	47,2	7216,10	52620,1
нефтешламы	464,38	366,27	78,9	1141,11	2715,2
медь	28,66	45,86	160,0*	6,24	20,11
свинец	24,48	41,38	169,0*	3,91	31,87
цинк	74,96	70,22	93,7	15,44	302,87
Прочие отходы III КО	4506,66	1883,41	41,8	6049,40	49550
Отходы IV КО, всего	99830,03	33523,9	33,6	77897,1	1634861
асбест	4138,01	230,80	5,6	4055,88	92765,1
фтор	674,40	14,30	2,1	948,02	33983,6
фосфор	4873,61	1303,12	26,7	3159,79	90232,6
Прочие отх. IV КО	90144,01	31975,7	35,5	69733,42	1417880

С учетом поступлений и передачи на дальнейшее использование, хранение или захоронение на спецобъектах, принадлежащих предприятиям, к началу 2000 г. на предприятиях в наличии было 1818,4 млн. т ТО, т.е. их прирост за год составил 36,8 млн. т.

Оценивая динамику изменения количества ТО на начало и конец анализируемого года, можно сделать вывод, что годовой прирост объема ТО в целом по РФ составил 2,1%, прирост объема ТО I КО – 3,7, II КО – 0,6, IV КО – 2,3%. Произошло уменьшение объема ТО III КО на 0,2%. Доля использованных и обезвреженных ТО от общего объема их образования за год в среднем по промышленности РФ составила 32,7%, наибольшая – в сельском хозяйстве – 78,9%. Было передано для использования и складирования на другие предприятия около 39 млн. т отходов (рис. 3.13).

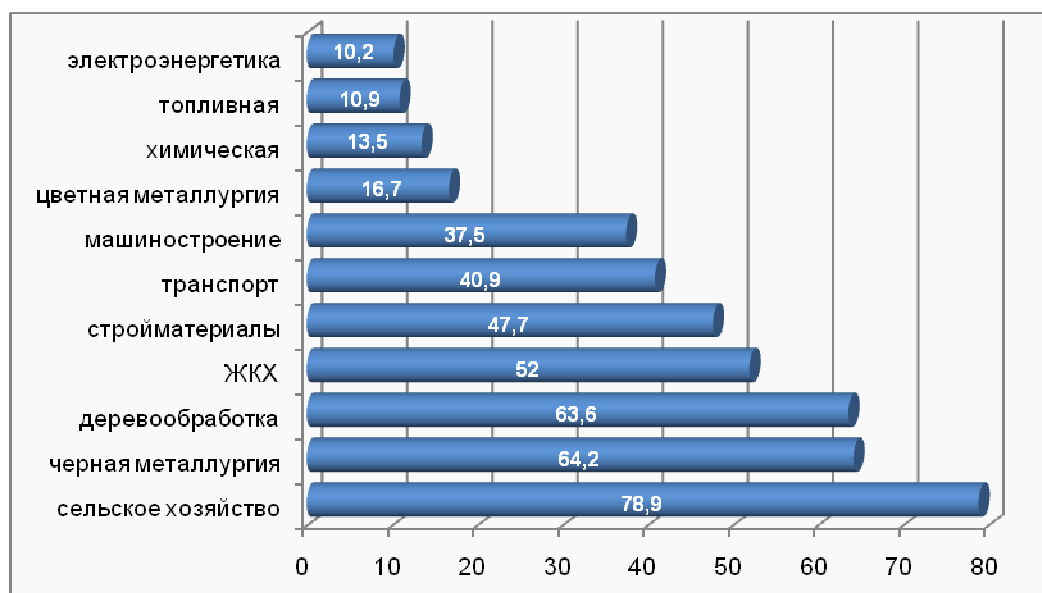


Рис. 3.13. Использовано и обезврежено ТО, % годового объема в РФ в конце XX в.

В табл. 3.2 приведены данные об отраслевой структуре ТО в РФ.

Отходы, не подлежащие использованию и переработке, направляют на хранение и захоронение. Из учтенных МУО (в РФ их насчитывается более 2955, занимаемая площадь – 18,689 тыс. га) 82% отвечают действующим нормативам. Регулирование импорта/экспорта и транзита ОпО ведется в соответствии с обязательствами РФ по выполнению требований Базельской Конвенции о контроле за трансграничной перевозкой ОпО и их удалением.

В последние гг. XX в. – начальные гг. XXI в. продолжались трансграничные перевозки ОпО. Из общего количества разрешений на трансграничные перевозки ОпО выдано разрешений, %: на транзит – 25; на импорт – 22,8; на экспорт – 21,01. Всего (характерный год) Госкомэкологией РФ выдано разрешений на вывоз из РФ 3169466 т/год

отходов (табл. 3.3), на ввоз в РФ 10188,619 т/год (табл. 3.4). Транзит ОпО через РФ представлен данными табл. 3.5.

Таблица 3.2

Образование, использование и размещение ТО в промышленности РФ

Отрасль экономики	Образование, %	Использование и обезвреживание, %	Размещение в местах, %	
			хранения	захоронения
Промышленность	100,0	100,0	100,0	100,0
Электроэнергетика	8,1	2,5	13,8	10,2
Топливная промышленность	11,5	3,8	13,1	55,2
Черная металлургия	29,9	58,7	7,7	13,6
Цветная металлургия	26,8	13,7	36,3	7,6
Химия и нефтехимия	10,8	4,6	19,2	8,1
Машиностроение	2,7	3,3	1,5	1,4
Деревообработка и целлюлозно-бумажная	1,1	1,3	0,3	2,8
Промышленность стройматериалов	7,4	10,8	7,5	0,7
Легкая промышленность	0,1	0,1	0,01	0,01
Пищевая промышленность	0,9	0,2	0,2	0,01
Микробиологическая промышленность	0,02	0,004	0,01	0,08
Медицинская промышленность	0,1	0,1	0,002	0,02
Прочие отрасли	0,5	0,6	0,3	0,3

Таблица 3.3

Данные о вывозе ПО из РФ, т/год

Наименование отходов	Объем экспорта, т	Импортёр
Алюминийсодержащий шлак	5	Казахстан
Зола, содержащая алюминий	4000	Япония
Остатки, содержащие алюминий	3410	Испания
Отходы, содержащие алюминий	3700	Япония
Шлак алюминиевый	300	Германия
	5000	Финляндия
Ванадийсодержащий шлак	100000	Казахстан
Зола и отходы, содержащие свинец	30000	Казахстан
Изгарь свинцово-цинковая	100	Италия
Лом и отходы свинца	8000	Казахстан
Свинцовсодержащие отходы	1000	Финляндия
	1200	Германия
	4000	Украина
	2550	Германия

Наименование отходов	Объем экспорта, т	Импортер
Гартцинк	1000	Великобритания
Гартцинк, изгарь цинка	1500	Бельгия
Цинксодержащие отходы	420,59	Германия
Лом цинка	2500	Финляндия
	1500	Великобритания
Латунный медьсодержащий шлак	500	Германия
Медьсодержащие шлаки	700	Германия
Лом магния	14,5	Украина
Титановая стружка	20,058	Германия
Золошлаковая смесь (зола угольная)	55000	Беларусь
Отходы золы угольной	2860 000	Казахстан
Отходы обрезаемого корда	1000	Нидерланды
Отходы твердой резины	200	Германия
Отходы и лом твердой резины	1200	Нидерланды
Отходы фторопласта	300	Германия, Италия
	260,44	Германия
	200	Великобритания
	100	США
Отходы поливинилхлорида	48	Узбекистан
Отходы полиэтилена	1000	Германия
Отходы тефлона обрезки труб, стержней и пластин	96	Китай
Обрезки пленки	160	Германия
Обрезки поливинилбутиловой пленки	42	Чехия
Полиамидные отходы	150	Италия
Отходы вискозных текстильных нитей	500	КНР
Отходы полиамидных нитей	300	Италия
Шлаки металлургического производства	70000	Финляндия
Отработанный катализатор	620	Украина
Отходы человеческого волоса	15	Германия
Смолистые отходы	100	Италия
Стеклобой	2154,60	Германия, Корея
Общий объем экспорта	3169466	
Шины авиационные б/у	2000 шт.	Италия
	4 шт.	Франция
Шины б/у	10000 шт.	Афганистан
	4 шт.	Германия
Общий объем экспорта шин	1208 шт.	
Дизельная подводная лодка Б-33 на слом	1 шт.	Корея

Объем образования и накопления ОпО и ТО на Украине значительно превышает показатели стран Европы (табл. 3.6).

Таблица 3.4

Данные о ввозе ПО в РФ, т/год

Наименование отходов	Объем импорта	Экспортер
Германийсодержащие отходы	180	Израиль
	11,21	США
Отходы германия	0,002	Армения
Хромовая стружка	1400	Беларусь
Лом свинцовых аккумуляторных батарей	20	Германия
Титановая стружка	1365	Германия
Лом и отходы титана	921,6	Виргинские о-ва
Полимеры вторичные необработанные	50	Украина
Отходы полиуретана	200	Германия
Отходы пластифицированного ацетата целлюлозы	1,787	Германия
Обрезки поливиниловой пленки	500	Германия
	42	Польша
Железо-кремниевый порошок	0,02	Оман
Отходы производства алюминия	2000	Казахстан
Отходы полевого шпата	6,1	Германия
Отходы ванадиевого катализатора	150	Беларусь
Отходы производства соединений ванадия	200	Армения
Отходы золы сланцевой	300	Эстония
Зола уноса, шлак	1,6	Италия
Лом бакоровый	51	Украина
Отработанные аккумуляторные батареи	3,3	Казахстан
Диэтилбензол	200	Швейцария
Общий объем импорта опасных отходов	10188,619	
Шины б/у	262250 шт.	Германия
	10000 шт.	Бельгия
	100 шт.	Финляндия
	11543 шт.	Нидерланды
	35000 шт.	Литва
	1597 шт.	Япония
	6600 шт.	Австрия
	2 шт.	Эстония
	15000 шт.	Страны Европы
	15500 шт.	Норвегия
Общий объем импорта автомобильных шин	357592 шт.	

Таблица 3.5

Транзит опасных отходов через РФ

Наименование отходов	Объем транзита, т	Экспортер	Импортер
Зола сланцевая циклонная	180	Эстония	Украина
Медьсодержащие шлаки	1500	Украина	Финляндия
Отработанные медьсодержащие катализаторы	1000	Украина	Узбекистан

Таблица 3.6

Показатели образования ТО на предприятиях Украины и других странах

Страна	Образование ТО		Накопление ТО, т/км ²
	млн. т/год	кг на 1 чел/год	
ФРГ	6,0	78	17,2
Финляндия	0,25	50	3,0
Франция	4,0	75	6,8
Нидерланды	1,5	100	30,6
Великобритания	4,5	79	10,5
Украина:			
1992 г. I-IV КО/I-III КО.	129,85/8,14	2500/160	213/13,5
1996 г. I-IV КО/I-III КО	135,2/3,15	2680/62,0	224/5,2
1997 г. I-IV КО/I-III КО	138,6/3,15	2710/62,3	227/5,2

Наибольшую опасность для ОПС и здоровья человека представляют крупнотоннажные ТО, 95% которых образуется и накапливается в АР Крым, Днепропетровской, Донецкой, Запорожской, Луганской областях. В 1997 г. объем ТО 1-3 КО на Украине составлял около 137 млн. т. По сравнению с 1992 г. этот показатель увеличился на 6%, что вызвано не ростом объемов производства, а усилением контроля отчетности предприятий по ТО со стороны уполномоченных органов. В 2005 г. эта цифра увеличилась на 7%.

В соответствии с инвентаризацией и статотчетностью в последние годы XX в. и в начале XXI в. на Украине образовывалось около 100 млн. т/год ТО, из них I-III КО – 2,5-3,5 млн. т/год. Уровень использования ТО составляет 15-30%, объем уничтожения – около 1%. Количество предприятий, на которых образуются ТО превышает 3500. Общий объем накопленных ТО составляет около 4,4 млрд. т. Текущие затраты на их удаление и хранение составляют 350-580 млн. грн/год.

На территории Украины насчитывается более 300 накопителей ТО, построенных без требуемых средств защиты ОПС, ставших объектами экологической опасности регионального масштаба.

Опыт обращения с ОпО в ЕС и анализ чрезвычайных ситуаций, связанных с загрязнением ОПС при авариях и стихийных бедствиях, приводят к выводу, что понятие «опасные отходы» следует расширить.

На *рис. 3.14* показана схема районирования территории Украина для оценки возможности размещения поверхностных хранилищ ТО. КГО НАНУ предложил классификацию, охватывающую все источники образования опасных отходов. Она включает классы:

А)– ОпО, создающиеся и накапливающиеся в техногенных системах, использующих сырье или продукцию, содержащие токсические компоненты, и в которых возникающие промежуточные продукты и отходы, включающие или могущие включать эти компоненты;

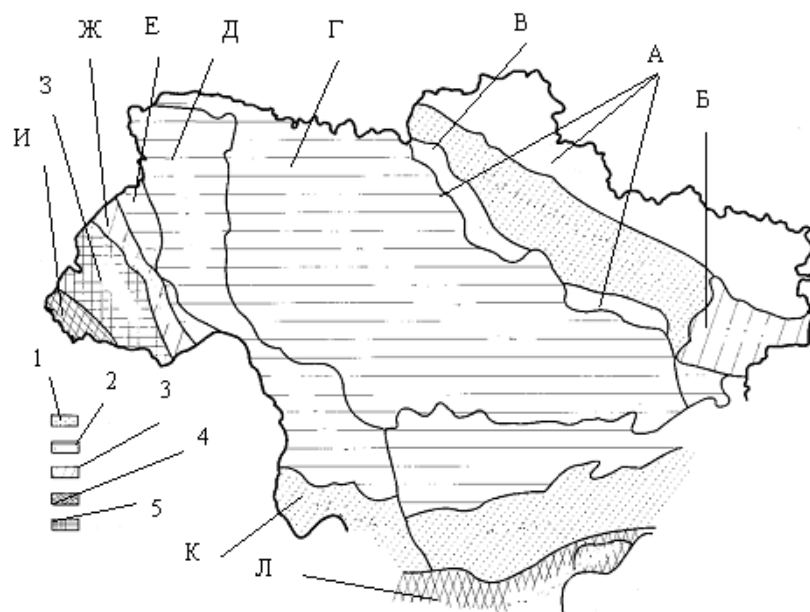


Рис. 3.14. Схема районирования территории Украины для размещения поверхностных хранилищ ТО

1 – весьма пригодные; 2 – пригодные; 3 – умеренно пригодные; 4 – условно пригодные; 5 – почти непригодные и с неясными перспективами. А – Русская плита; Б – Донбасс; В – Днепро-Донецкий авлакоген; Г – Украинский щит; Д – Вольно-Азовская плита; Е – Западно-Европейская плита; Ж – Предкарпатский прогиб; З – Карпаты; И – Закарпатский прогиб; К – Скифская плита; Л – Горный Крым;

Б)– непригодные для использования материалы, содержащие опасные вещества и/или обладающие опасными свойствами или получившие их в процессе разложения и требующие удаления (устаревшие и запрещенные пестициды и лекарства, боевые отравляющие вещества, и др.);

В)– ОпО аварийного происхождения, возникающие при неконтролируемом опасном загрязнении токсикантами веществами почв, водоемов, растительности, предметов потребления, материалов, оборудования во время стихийных бедствий и техногенных катастроф;

Г)– отходы коммунальные и смешанные (ПО+ТБО), загрязненные токсичными веществами. Они возникают, когда в накопители безопасных отходов сбрасываются ТО (некондиционные пестициды, красители, нефтепродукты, использованные свинцовые аккумуляторы и др.).

Эти группы ОпО разнятся по следующим признакам: способ, масштабы и место образования; степень риска возникновения ЧС; масштабы экономического и социального ущерба от ЧС; способы предупреждения ЧС; способы ликвидации последствий ЧС. Отходы других КО не уступают им по вредному воздействию на ОПС и экономическому ущербу.

Если для ТО класса А существуют правила техники безопасности и охраны труда, знание обстановки и места проявления, то ТО остальных

классов, особенно Б и В, появляются неожиданно, в непредсказуемых местах и воздействуют на неподготовленные группы населения. Это требует разработки программы мероприятий и создания спецслужб, ориентированных на предотвращение ЧС, связанных с ОпО, а также ликвидации последствий таких ситуаций.

На *рис. 3.15* приведены данные о размещении и объемах вывезенных отходов 1-2 КО в отдельных областях Украины, на *рис. 3.16-3.18* – схемы поступления токсикантов из загрязненных почвенных и грунтовых слоев в подземные воды, пути поступления их из мест складирования в ОПС и защитного экрана хранилища ТО.

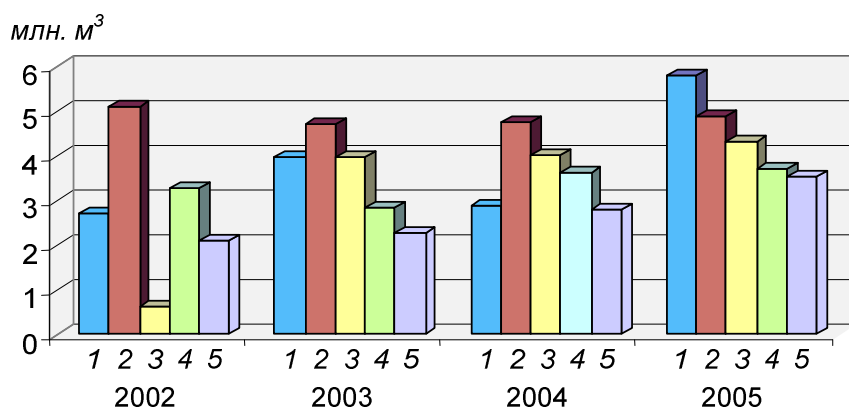


Рис. 3.15. Объемы вывезенных ОпО в областях Украины

1 – Донецкая; 2 – Киевская+г. Киев; 3 – Одесская; 4 – Житомирская;
5 – Днепропетровская обл.

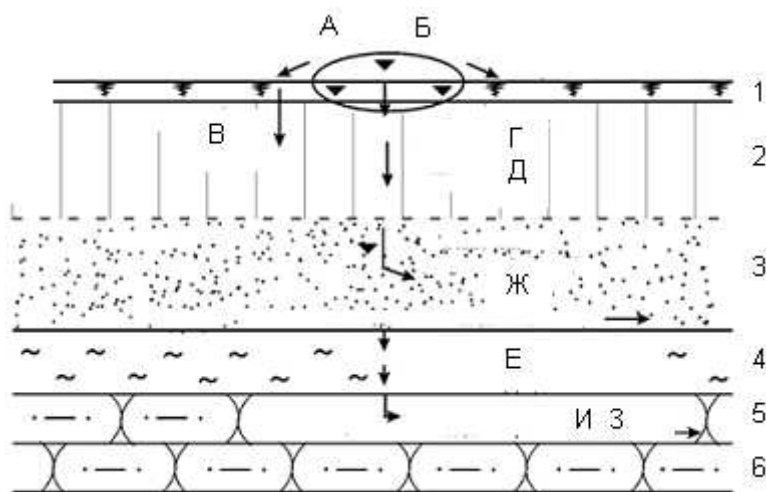


Рис. 3.16. Схема поступления токсичных веществ из загрязненных почвенных и грунтовых слоев в подземные воды.

А – источник загрязнения, Б – загрязненные почвы и грунты, В – инфильтрация, Г – выход токсикантов из источника; Д – вертикальная миграция токсикантов, Е – вертикальная миграция токсикантов по ослабленным зонам, Ж – диффузия токсикантов, З – латеральная миграция, И – поток грунтовых вод к зоне дренажа. 1 – почвы и грунты, 2 – горные породы, 3 – зона аэрации, 4 – зона грунтовых вод, 5 – водоупорный горизонт, 6 – горизонт подземных вод.

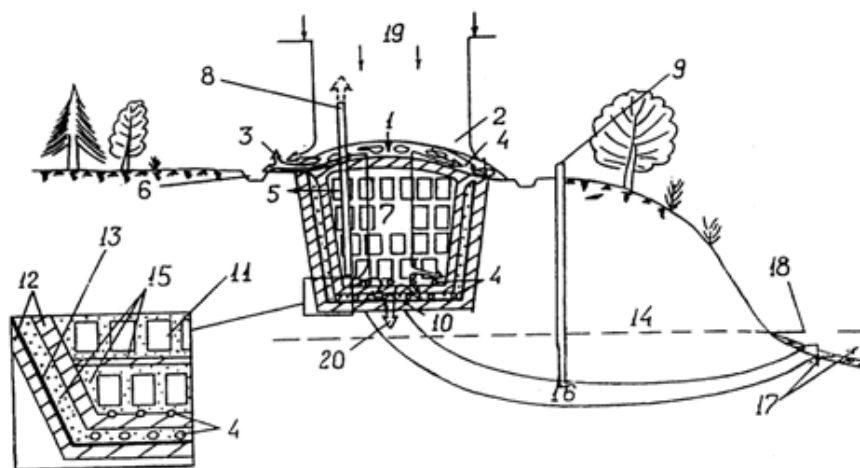


Рис. 3.17. Пути поступления токсичных соединений из мест складирования в ОПС

1 – аварийная фильтрация и аэрация; 2 – поверхностный сток; 3 – испарение; 4 – дренаж; 5 – диффузия; 6 – водоотводящий канал; 7 – фильтрат; 8 – газоотводящая труба; 9 – наблюдательная скважина; 10 – аварийный прорыв; 11 – контейнеры с ТО; 12 – глиняный изолирующий слой; 13 – полимерная пленка; 14 – уровень грунтовых вод; 15 – сорбционно-нейтрализующий слой с дренированием; 16 – перенос токсичных веществ подземными водами; 17 – сорбция токсичных веществ осадками и взвесями; 18 – миграция в гидрогеологической системе; 19 – атмосферные осадки; 20 – процессы задержки в геологической среде.

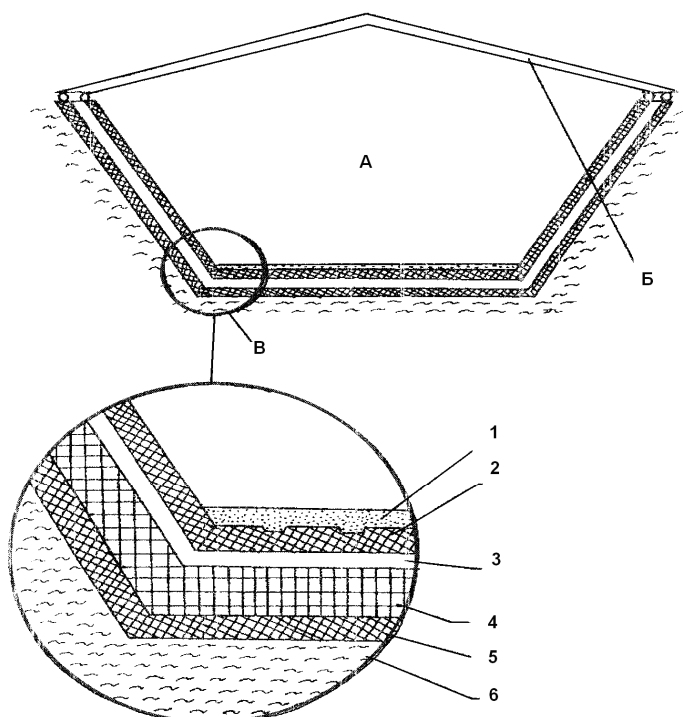


Рис. 3.18. Схема защитного экрана хранилища токсичных отходов

А – токсичные отходы, Б – подвижное перекрытие, В – изолирующие слои на бортах и днище хранилища. 1 – песок, 2, 5 – геотекстиль, 3 – высокопрочный полиэтилен, 4 – система сбора и отвода фильтрата, 6 – коренные породы.

В 2005 г. общий объем опасных отходов, вывезенных с предприятий Украины составил около 47 млн. м³. Из них более 22 млн. м³ составил суммарный объем ТО, вывезенных из Киевской, Одесской, Донецкой, Днепропетровской и Житомирской областей.

Пример упаковки и складирования опасных химических отходов приведен на *рис. 3.19*.



Рис. 3.19. Складирование опасных отходов на предприятиях Украины

В Луганской области насчитывается 450 породных отвалов. По данным государственной отчетности в Лисичанско-Рубежанском регионе в 2004 г. образовано 179,7 тыс. т ТО, складировано 96,35 тыс. т. На территории региона насчитывается 143 МУО, где накоплено 95,8 млн. т ПО. Из общего количества МУО 40 прекратили деятельность, объем накопленных в них ПО составляет 39 млн. т. В *табл. 3.7* приведен перечень экологически опасных предприятий Луганской области.

Таблица 3.7

Перечень экологически опасных предприятий Луганской области

Предприятие	Продукция	Ведомственная принадлежность
Луганская ТЭС	Производство электроэнергии	Минтопэнерго Украины
Алчевский металлургический комбинат	Металлопродукция	Минпромполитики Украины
Стахановский ферросплавный завод	Ферросплавы	Минпромполитики Украины
Лисичанский коксохимический завод	Коксохимическая	Минпромполитики Украины
Лисичанский комбинат «ЛИНОС»	Нефтехимическая	Минтопэнерго Украины
Комбинат «Лисичансксода»	Химическая	Минпромполитики Украины
Северодонецкое объединение «Азот»	Химическая	Минпромполитики Украины
Рубежанское объединение «Краситель»	Химическая	Минпромполитики Украины
Северодонецкое объединение «Стеклопластик»	Химическая	Минпромполитики Украины

После присоединения Украины к Базельской Конвенции все правовые и нормативные акты должны быть приведены в соответствие с ее положениями. Названные межгосударственные соглашения рассматривают в качестве основных два аспекта регулирования обращения с отходами: безопасность обращения и повторное вовлечение отходов в промышленное производство, т.е. наиболее полное использование их ресурсных качеств.

В условиях Украины из 2-2,5 млрд. т/год природных ресурсов, используемых в промышленности, большая часть превращается в ПО. Удельный вес ресурсоемких отраслей в экономике Украины составляет 61% валового внутреннего продукта, в то время как в странах Европейского Союза он равен в среднем 34% [10]. Общий объем накопленных на Украине отходов составляет более 28 млрд. т. Они размещены в отвалах, шламонакопителях, свалках, площадь которых достигает 180 тыс. га и увеличивается на 3-6 тыс. га/год.

Основными источниками образования ПО на Украине являются более 3,5 тыс. предприятий горнодобывающей, металлургической, энергетической, химической отраслей промышленности.

В настоящее время ни на одном из месторождений Украины вскрышные и основные породы не используются комплексно, а это более 80% общего объема всех твердых ПО страны.

В национальном докладе Украины на Саммите в Рио-де-Жанейро в 1992 г. отмечалась острота проблемы ПО в стране с экологически «грязной» экономикой, перенасыщенной горнорудными, металлургическими, химическими производствами и энергетикой, использующей в основном устаревшие технологии. Неэффективное использование материальных ресурсов и энергоносителей осложняет выпуск конкурентоспособной высокорентабельной продукции и усугубляет социально-экономические проблемы [1-4].

Можно прогнозировать, что стремление Украины войти в мировое сообщество будет существенно сдерживаться нерешенными проблемами экологизации предприятий – необходимостью улучшения состояния ОПС и условий труда, снижения энергозатрат, переработки накопленных ПО и отходов текущего производства.

В последние годы на Украине инициирован процесс правового, нормативного и информационного обеспечения обращения с ПО, которое ориентировано на уровень требований мирового сообщества. Для их реализации необходима конкретная система управления, которая должна строиться по принципу иерархии: «предприятие – административно-территориальная единица – государство».

Все этапы обращения с ПО – сбор, использование, захоронение должны объединяться единой экологически корректной, организационно и финансово устойчивой системой управления и сопровождаться техническим и экономико-финансовым обеспечением. В системе

управления ПО можно выделить технологические, экономические и информационные методы. С помощью экономических методов осуществляется не прямое регулирующее воздействие на принятие решений хозяйственными субъектами.

Экономические и информационные методы взаимно дополняют друг друга, объединяя разные стороны общего подхода к решению проблемы ПО. Законодательством Украины ПО отнесены к объектам экологического управления. Из числа его основных функций приоритетное развитие на всех иерархических уровнях получила контрольная, для выполнения которой создана организационная структура и система фискального воздействия.

Качественно новый уровень управления ПО может быть достигнут при условии соблюдения следующих принципов:

- система обращения с ПО является неотъемлемой частью общей системы управления экономической деятельностью на всех иерархических уровнях;
- ресурсная и экологическая политика должны быть сбалансированы на микро- и макроуровнях управления промышленностью;
- процессы обращения с ПО рассматриваются на уровне объектов и видов экономической деятельности;
- ресурсноценные ПО вовлекаются в процесс утилизации за счет замкнутых ресурсных циклов, организационно-экономических предпосылок на уровне административно-территориальной единицы и государства в целом;
- ресурсно-экологические проблемы ПО учитываются в прединвестиционных и приватизационных процессах для оценки риска, стоимости предприятия, с учетом результатов экологического аудита.

Несмотря на тенденцию к уменьшению объемов образования ПО, их накопление в ОПС продолжается из-за сокращения объемов утилизации примерно на 20% в год. В 90-х гг. XX в. был осуществлен комплекс организационно-технических мероприятий для формирования базы данных по обращению с ТО. Была проведена их инвентаризация, разработаны нормативная база и технологические задания для проектирования полигонов, внедрена статистическая отчетность. Однако дальше подготовительных шагов решение проблемы ТО не продвинулось.

По заключению специалистов, изучавших экологическую ситуацию в ряде городов Донбасса, причинами смерти жителей на 95% явились болезни, обусловленные ухудшившейся средой обитания, а сам регион признан зоной экологического бедствия. Техногенная нагрузка на геологическую среду в регионе превышает аналогичный показатель в соседних странах в 5-15 раз [10-15].

Выполненное Институтом геолого-экологических проблем Донбасса

эколого-геохимическое картирование почв показало, что в их загрязнении участвуют более 40 вредных химических веществ, среди которых 26 металлов, органические соединения, в т.ч. полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), нитраты, нитриты, аммонийный азот, хлориды и др.

Согласно медицинским нормативам на данной территории имеются очаги химического загрязнения почв, где жизнедеятельность населения подвержена опасности. На территории г. Донецка имеется 209 таких очагов, из которых 192 находятся в промышленно-жилых массивах (их общая площадь 48, 8 км²). В 5 из них загрязнения металлами достигло чрезвычайно опасной категории, в 47 – опасной, в остальных 157 – умеренно опасной.

Очаги чрезвычайно опасной и опасной категорий характеризуются сложным строением и занимают значительные территории. Они имеют один или несколько эпицентров, соответствующих расположению источников промышленных выбросов загрязняющих веществ. Сопоставление геохимических спектров техногенных литохимических аномалий и других техногенных объектов показало наличие причинно-следственной геохимической связи в компонентной цепи «минеральное сырье – отходы – ОПС». Анализ распространения поллютантов показывает, что в почвах региона зафиксированы превышающие ПДК₆ по содержанию Zn (до 435 ПДК), As (до 100 ПДК), Pb (56 ПДК), Cd (до 125 ПДК).

Изучение форм нахождения соединений тяжелых и редких металлов (ТМ) в почвенных пробах Донецко-Макеевской промышленной агломерации позволило проследить поведение Pb, Zn, Cu, Cr, Cd, Sn, Mn, V в широком диапазоне концентраций [10-15]. Основное количество Cr, Sn, V, присутствует в загрязненных почвах в виде устойчивых, не склонных к миграции форм, соединения Zn, Pb, Cd, Cu, Mn образуют подвижные формы.

По нашему мнению наиболее информативным показателем реальной экологической опасности загрязнения почв техногенных аномалий является не общее содержание химических элементов, а изменение степени их подвижности по сравнению с подвижностью, соответствующей состоянию природного равновесия.

Основными причинами сложившейся ситуации на Украине являются:

- высокий удельный вес горнометаллургического и энергетического комплексов с крупнотоннажными потоками первичного сырья и отходов;
- недооценка долговременных технических, социально-экономических и эколого-гигиенических последствий накопления ПО и ТО и нарушение экологических норм обращения с ними;

- несовершенство системы управления ПО на уровне предприятий, регионов и государства, недостаточное внимание созданию и развитию нормативно-правовой базы для решения проблемы ПО;
- неэффективность экономических механизмов стимулирования при решении проблемы ПО и недостаточность финансового обеспечения мероприятий;
- неполнота информационно-аналитического обеспечения при исследовании процессов образования и накопления ПО и ТО и их воздействия на ОПС;
- неразвитость инфраструктуры системы сбора, утилизации, обезвреживания и хранения крупнотоннажных ПО и ТО и специализированных технологических комплексов по их переработке;
- отсутствие современной научно-технической и производственной базы для создания специализированных объектов, технических средств, практического опыта и квалифицированных кадров для комплексного решения проблемы обращения с ПО и ТО.

Наиболее экологически опасными объектами в Донбассе и по Украине в целом являются шламонакопители (ШН) металлургических комбинатов в гг. Донецке, Мариуполе, Макеевке, Константиновке, Алчевске, Кривом Роге, Запорожье, Днепропетровске, Луганске и др.

Непосредственными источниками воздействия на ОПС со стороны ШН являются фильтрационные потери в почву и грунтовые воды, вторичное пыление и испарение газообразных веществ с поверхности, потери суспензий при транспортировке, отчуждение и загрязнение земель, занимаемых ими, трансформация природного ландшафта.

Вторичное пыление с поверхности ШН и газовыделение вызывают не только загрязнение атмосферы в районе их размещения, но и загрязнение почвы вокруг них токсикантами, входящими в состав размещаемых ПО. При этом объектами воздействия являются участки приземной атмосферы и селитебная зона в районе размещения ШН.

Объектами воздействия являются также подземные воды и связанные с ними родники, водоемы и водотоки, земная поверхность – участки подтопления, затопления, заболачивания и т.п., недра – карстовые пустоты, зоны изменения активности инженерно-геологических процессов. Воздействию подвергаются почвы, рыбохозяйственные объекты, объекты водопитьевого назначения, лесо- и сельскохозяйственные объекты.

Площадка, используемая для складирования ПО, или полигон представляет собой дренажную емкость, бассейн аккумуляции подземных и поверхностных вод, грунтов, гравитационных потоков обломочного материала и воздушных суспензий. Индикаторами вредного воздействия служат размеры изымаемых и отчуждаемых земель с учетом их ресурсной ценности и удельной землеемкости – величины отводимой площади на 1 т

размещаемых ПО.

Специфика негативного воздействия ШН на территорию связана с тем, что в отличие от выбросов в атмосферу и сбросов в водоемы, они «стационарны» и не подвержены «уносу». Спад или закрытие производств ликвидирует или снижает загрязнение атмосферы и водных объектов, а накопленные ОпО продолжают отрицательно воздействовать на ОПС.

Одним из наиболее экологически неблагополучных городов Украины является г. Мариуполь с населением более 500 тыс. человек и мощной металлургической промышленностью (2 крупнейших металлургических комбината – ММК им. Ильича и «Азовсталь» и 2 коксохимических производства). В зонах от 2 до 5 км в районе этих комбинатов отмечено устойчивое превышение ПДК по соединениям Zn, Pb, Cd и Cu в атмосфере. Содержание Zn превышает фоновый уровень в 6-12 раз.

В связи с тем, что Донецкий регион расположен в засушливой части Украины (водообеспеченность на 1 жителя в 5 раз ниже, чем в среднем по Украине), очень важной является проблема охраны водных ресурсов.

В 2000 г. сброс загрязненных сточных вод в Донецкой области составил 943 млн. м³ или 30% общеукраинских. Основные источники загрязнения водных объектов – металлургические заводы (56%), в т.ч. ММК им. Ильича и "Азовсталь", Донецкий и Енакиевский металлургические и коксохимические заводы, предприятия угольной промышленности.

Вместе со сточными водами только в 2004 г. в водные объекты области сброшено веществ, тыс. т: взвешенных – 19,1; органических – 6,6; нитратов – 16,6; азота аммонийного – 1,8. Современные данные свидетельствуют, что под влиянием сброса шахтных вод и промышленных стоков минерализация речных вод повысилась почти в 2 раза.

Азовское море и его прибрежная часть имеют важное санаторно-курортное, рыбохозяйственное и транспортное значение для Украины, являются одной из уникальных экосистем. Вследствие миграции поллютантов непосредственно из прибрежной зоны, значительная часть их попадает вглубь Азовского моря, способствуя снижению биопродуктивности в местах обитания основных промышленных видов рыб, в т.ч. особо ценных пород.

Непосредственными источниками всех загрязнений являются расположенные в акватории Азовского моря 3 крупных ШН комбината «Азовсталь», полигон ПО, площадью около 70 га, золонакопитель заводской ТЭЦ, площадью 53,5 га и общезаводской ШН, площадью 56 га. Все эти накопители, согласно «Переліку видів діяльності та об'єктів, що становлять підвищену екологічну небезпеку» (1995 г.), относятся к объектам, представляющим повышенную экологическую опасность [10].

Наибольшую опасность представляет старейший объект МК

«Азовсталь» – ШН, введенный в эксплуатацию в 1966 г. В соответствии с техническими нормативами того времени, система водоснабжения на комбинате была принята прямоточной и из ШН стоки металлургического производства после отстаивания поступали в Азовское море. Несмотря на ужесточение природоохранного законодательства, подобная схема осуществляется и по сегодняшний день.

Шламовая пульпа с расходом 23,6 тыс. м³/ч поступает в ШН. Гидрохимические показатели воды в его буферном пруде: pH = 4,75-12,5; H₂S, HS⁻, S²⁻ до 2400 мг/дм³; S₂O₃²⁻ до 1084 мг/дм³; SO₃²⁻ до 346 мг/дм³; NO₂ – 0,02 мг/дм³; NH₄⁺ – 3 мг/дм³. Содержание ионов: Fe – 0,27 мг/дм³, Ti – 2,32 мг/дм³, V – 0,86 мг/дм³, Cr – 0,7 мг/дм³, Mn – 1,66 мг/дм³, Ni – 0,47 мг/дм³, CN⁻ – 2,96 мг/дм³, Zn – 1,66 мг/дм³, Sb – сл., Sr – 48,2 мг/дм³, Pb – 0,93 мг/дм³, Cd – 0,035 мг/дм³.

Предотвращение загрязнения Черного и Азовского морей, улучшение их экологического состояния отнесено к одному из национальных приоритетов охраны ОПС и рационального использования природных ресурсов государства. Это на законодательном уровне отражено в «Общегосударственной программе охраны и возрождения окружающей среды Азовского и Черного морей на 2001 – 2010 годы», утвержденной Законом Украины №2333 от 22.03.01 г.

Спад промышленного производства в области в конце XX в. привел к снижению объемов образования ПО со 160 млн. т/год до 44 млн. т/год, но в 2001-2004 гг. подъем экономики вызвал рост объемов их образования до 52 млн. т/год. Накопленные в области ПО (почти 4 млрд. т) оказывают негативное влияние на все природные ресурсы, естественные биоэкосистемы и эколандшафты. Площадь земель, занятых отходами, приближается к 1% территории области [10]. Донецкая область лидирует по объему образования ПО, причем плотность их размещения в ней составляет 8 – 18 тыс. т/км² при среднем уровне по Украине – 3 тыс. т/км².

Вклад области по ТО 1-2 КО составляет 22% общеукраинских. В 2001 г. образовано 23,5 млн. т ТО, в 2004 г. – 24,2 млн. т. Из них чрезвычайно опасных (1 КО)-919т, опасных (2 КО)-40 тыс. т, умеренно опасных (3 КО) – 196 тыс. т. Комплексные техногенные гидрогеохимические аномалии особенно характерны для промышленных городов (превышение ПДК, раз): г. Горловка (нитраты 1-5; Hg 1-3; F 1,7; Mn 8,3); г. Дзержинск (Hg 15-20; нитраты 3-5; B 1,2; As 1,5); г. Константиновка (F 1,2; B 1,4; As 1,2; нитраты до 84); г. Макеевка (F до 5,4; As 24; B 1,1-3; Hg 1-6; Mn 20-75; нитраты до 31; нитриты 2,5); г. Краматорск (Hg 10; нитраты 6,7-14; B 1,7; F 1,2; As 1,2; Sr 2,3); г. Мариуполь (B 2,5; Hg 3; нитриты 4,5; нитраты 2; F 1,7; Mn 1,7; Pb 4); г. Славянск (Hg 8; нитраты 9; Pb 2,5; B 1,7; F 4) [10].

Для реализации требований мирового сообщества необходима новая система управления ПО, построенная по принципу иерархии:

«предприятие – административно-территориальная единица – государство». Все этапы обращения с ПО – сбор, использование, захоронение должны объединяться единой экологически корректной, организационно и финансово устойчивой системой управления и сопровождаться техническим и финансовым обеспечением.

Несмотря на тенденцию к уменьшению объемов образования ПО, их накопление в ОПС продолжается из-за сокращения объемов утилизации примерно на 20% в год. Наибольшую опасность для ОПС и здоровья человека представляют ТО, 95% которых накапливается в Днепропетровской, Донецкой, Запорожской, Луганской областях (рис. 3.20 и 3.21) [8-10].

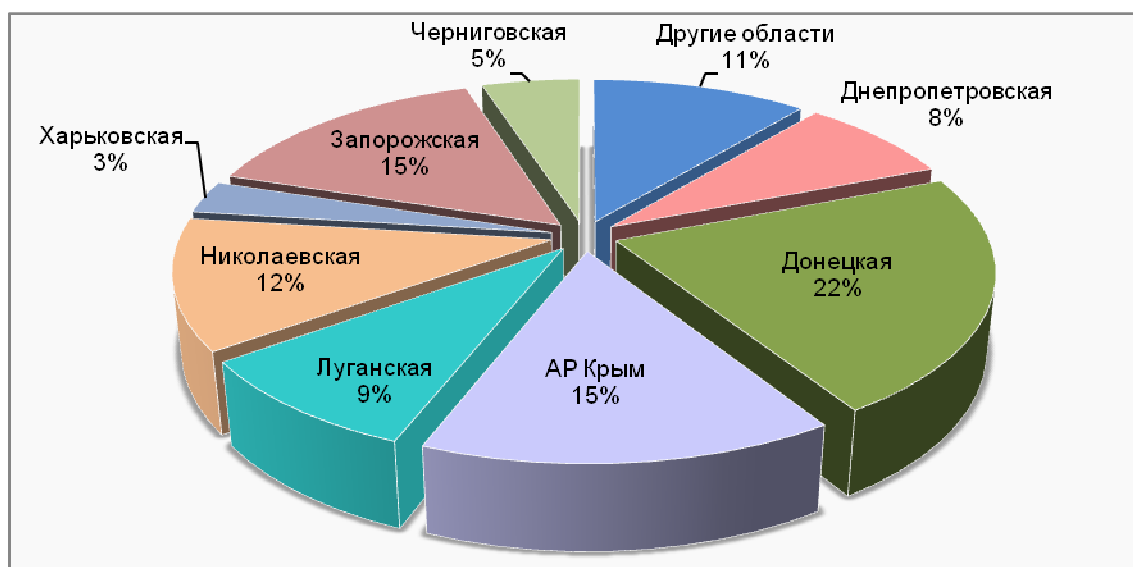


Рис. 3.20. Образование отходов 1-2 классов опасности на территории Украины

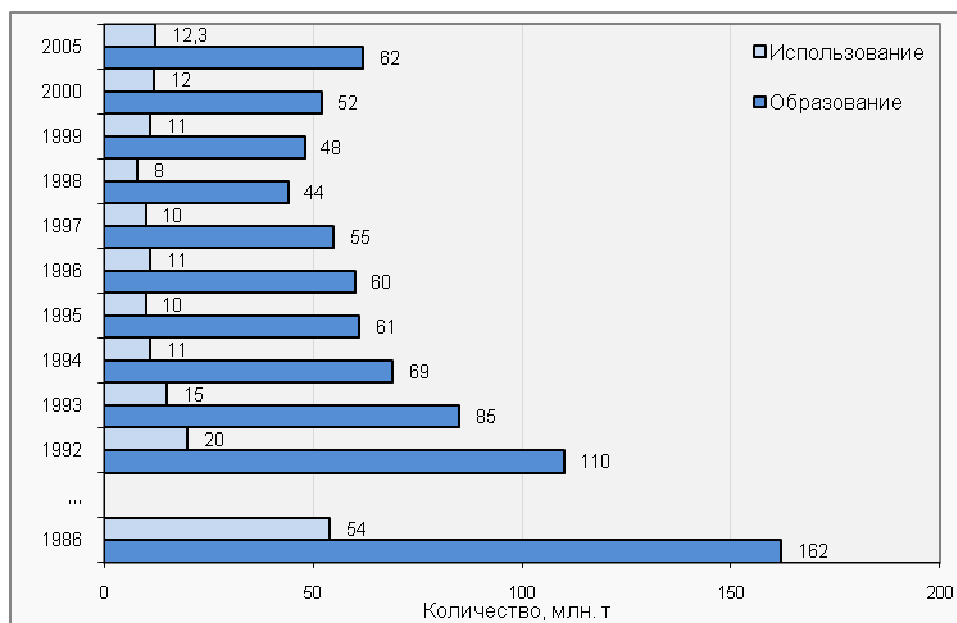


Рис. 3.21. Динамика образования и использования ПО в Донецкой области

В 1997 г. объем ТО 1-3 КО на Украине составлял около 137 млн. т. По сравнению с 1992 г. этот показатель увеличился на 6%, что вызвано не ростом объемов производства, а усилением контроля отчетности предприятий по ТО со стороны уполномоченных органов. В 2005 г. эта цифра увеличилась на 7%.

Днепропетровская область является уникальным территориально-экономическим образованием с энергоемкими производствами, огромными резервами полезных ископаемых, колоссальными объемами ПО. Уровень их использования в 1998 г. (2,4%) был почти вдвое меньше, чем в 1997 г. (4,7%). Объем накопления ПО после рудообогащения неуклонно растет и составил в 1998 г. 119,8 млн. т по сравнению с 114,4 млн. т в 1997 г. и 110,2 млн. т в 1996 г. В 2004 г. он достиг 157 млн. т. В области ряд районов приравнен к зонам экологического бедствия (гг. Днепродзержинск, Кривой Рог, Желтые Воды, Павлоград). Из шести национальных экологических программ 4 связаны с этим регионом.

Металлургические и коксохимические заводы, предприятия угольной промышленности Луганской области отличаются высокими абсолютными объемами токсичных выбросов в атмосферу, сбросов в водный бассейн, образования и накопления ПО (около 12 млн. т/год). По данным инвентаризации зарегистрировано 620 мест их удаления, занимающих площадь 110 млн. м². Отвечают экологическим и санитарным нормам эксплуатации с обеспечением экологического мониторинга только 9% из них.

В настоящий момент на территории области в организованных МУО накоплено более 112 млн. т ТО, которые усиливают негативное влияние на экологическую ситуацию. Техногенная нагрузка во многих регионах области достигла уровня, являющегося угрожающим для ОПС и здоровья населения. Разрыв между объемами накопления и утилизации ПО в Луганской области усугубляет критическое состояние ОПС.

Следует учесть, что по принятым до 2025 г. темпам роста добычи предполагается полное или частичное исчерпание запасов ряда важнейших полезных ископаемых. Этот фактор определяет генеральную линию в поиске новых источников и их приоритетность уже в начале XXI в.

Для сокращения дефицита потребности Украины в импортируемых тяжелых и редких металлах (ТМ), с учетом выбытия мощностей на месторождениях России, необходимо принять меры по созданию собственных добывающих и металлургических мощностей, где особо положительную роль могут сыграть крупнотоннажные техногенные месторождения указанных элементов.

С целью разработки системного подхода к технологической и эколого-экономической оценке освоения техногенных месторождений ТМ необходимо провести ряд научно-исследовательских работ, включающих:

- создание новых технологий утилизации ТМ из данного ПО,

включая определение свойств каждого из них (по видам, химическому составу, агрегатному состоянию и т.п.) и испытания разработанной технологии;

- определение методов складирования, обезвреживания и уничтожения собственных отходов разрабатываемых технологий;
- оценку исходного состояния ОПС в районе размещения техногенного месторождения ТМ и предприятия по его разработке;
- эколого-экономическую и финансовую оценку деятельности предприятия по переработке вторичного сырья и последствий воздействия выбросов на состояние ОПС с оценкой потенциального, предотвращенного и остаточного ущерба объектам ОПС;

В связи с этим первоочередными задачами для Украины являются:

- инвентаризация и полная оценка объемов и истинной стоимости ПО, создание их проблемно-ориентированных классификаторов;
- минимизация остаточного количества образующихся ПО;
- разработка стратегии решения проблемы ПО, стимулирующей предприятия к созданию малоотходных производств, полной переработке или реализации на рынке отходов для межотраслевого использования;

Из поставленной цели можно сформулировать следующие задачи:

- разработка рациональных ресурсо-энергосберегающих технологий утилизации крупнотоннажных металлсодержащих ПО, отходов кокса,
- проведение инвентаризации техногенных месторождений ТМ;
- определение наносимого и предотвращенного эколого-экономического ущерба ОПС до и после внедрения разработанных технологий.

Необходим переход к принципиально новым технологическим системам, дающим максимальный ресурсо-энергосберегающий и природоохранный эффект. В современных условиях это может быть достигнуто только на основе комплексности использования первичного и вторичного сырья в результате внедрения малоотходных технологий, повышения уровня межотраслевой кооперации и координации работ в вопросах утилизации ПО и защиты ОПС.

Литература к подразделу 3.1

1. Данилишин Б.М., Дорогунцов С.І., Міщенко В.С. и др. Природно-ресурсний потенціал сталого розвитку України. – К.: РВПС України НАН України, 1999. 716 с.
2. Гриценко А.В., Макаровский Е.Л., Черванев И.Г. Управление промышленными отходами: Учебное пособие: Кн. 1: Ч.1.

- Промышленные отходы и окружающая среда в современном мире. – Х.: РИП «Оригинал», 2000. 80 с.
3. Касимов А.М., Семенов В.Т., Романовский А.А. Промышленные отходы. Технологии и оборудование. Проблемы и решения. – Х.: ХНАГХ, 2007. 418 с.
 4. Куруленко С.С. Бородай Г. И. Состояние обращения с отходами в Донецкой области. Научно-практический журнал «Регион: проблемы и перспективы», 2002, С. 20-23.
 5. Шевченко О.А. Экологические аспекты загрязнения подземных вод Донецкой области//Тез. докл. Междунар. научн-практ. конф. «Экологические аспекты загрязнения окружающей среды». Ч.2. – К.: Об-во „Знание”. 1996, С.88-89.
 6. Цыганков В.Н., Антимонов Н.Г. Пустовойтова С.Ю. Оценка техногенно-экологической опасности накопителей промотходов, размещенных на побережье Азовского моря//Сб. научн. трудов XIII междунар. научно-технич. конф. «Экология и здоровье человека. Охрана водного бассейнов. Утилизация отходов». Том 1. – Х.: УкрВОДГЕО. 2005, С. 157-163.
 7. Касимов А.М., Романовский А.А. Мероприятия по снижению степени отрицательного воздействия на ОПС шламонакопителей промышленных предприятий//Вісник міжнар. слов'янського універс. – Х.: Сер.”Технічні науки”. Т.У11, 2004, №1, С.37-40.
 8. Атабекян Т.В., Еременко Г.К. Формы нахождения токсичных металлов в загрязненных почвах Донецко-Макеевской и промышленно-городской агломерации//Экологические аспекты загрязнения ОПС. Тез. докл. Междунар. научн-практ. конфер. – К.: 1996. Ч.2, С.24-25.
 9. Касимов А.М., Романовский А.А. Изучение основных свойств экологически опасных отвалов металлургических заводов//Вестник НТУ «ХПИ». 2004. №47, С. 9-13.
 10. Касимов А.М., Романовский А.А. Пути сокращения ущерба окружающей среде при размещении шламонакопителей промышленных предприятий//Зб.наук. пр. „Проблеми охорони навколишнього середовища та екологічної безпеки”. –Х.: Факт, 2004, С.237-244.
 11. Тетянчук Н.С. Перспектива развития минерально-сырьевой базы редких и редкоземельных металлов Донецкой области//Редкие металлы Украины – взгляд в будущее. – К.: ИГН НАНУ, 2001, С. 92-93.
 12. Горовой А.Ф., Горовая Н.А. Твердые промышленные отходы Донбасса – нетрадиционный источник минерального сырья//Тез.докл. II Междунар. конфер. „Сотрудничество для

- решения проблемы отходов”. – Х.: ИД „ИНЖЭК”, 2005, – С.142-146.
- 13.Касимов А.М. Эколого-экономическая оценка освоения техногенного месторождения ценных компонентов//Экология и здоровье человека. Охрана водного и воздушного бассейнов. Утилизация отходов. – Х.: ГНТЦ «Энергосталь». 2002, С. 507-511.
- 14.Касимов А.М., Романовский А.А. Шламонакопители металлургических заводов – техногенная минерально-сырьевая база тяжелых металлов (цинк, свинец, железо)//Восточно–Европейский журнал передовых технологий. 2004. №4 (10), С. 142.
- 15.Касимов А.М., Александров А.Н. и др. Перспектива развития минерально-сырьевой базы тяжелых металлов (Zn, Pb, Fe) на основе техногенных месторождений – шламонакопителей метзаводов//Сб. научн. тр. НГАУ. – Д.: 2001, №12, т.2, С. 13-18.
- 16.Россман Г.И., Петрова Н.В., Самсонов Б.Г. Экологическая оценка рудных месторождений – М.: 2000. 160 с.

3.2. Радиоактивные отходы. Нормирование в области радиационной безопасности. Основные понятия и определения.

В природе существует три основных вида радиоактивного излучения – альфа, бета и гамма. **Альфа-излучение** представляет собой поток положительно заряженных частиц с зарядом 2 и массой, равной 4, (по существу – ядра гелия). Этот вид излучения легко поглощается любой средой. Защититься от него можно буквально листом бумаги. Однако поступление альфа-излучателя внутрь организма может вызвать трагические последствия.

Процесс радиоактивного распада (перехода радиоактивного элемента в другой химический элемент) сопровождается излучением одного или нескольких видов. В соответствии с тем, какой вид излучения характерен для радиоактивного распада данного изотопа, выделяют гамма-активные изотопы (например, цезий-137), бета-излучатели (например, стронций-90) и альфа-излучатели (например, большинство изотопов плутония).

Гамма-излучение представляет собой электромагнитное излучение высокой энергии и обладает наибольшей проникающей способностью. Соответственно, защита от внешнего гамма-излучения представляет наибольшие проблемы. Количественной характеристикой источника излучения служит **активность**, выражаемая числом радиоактивных превращений в единицу времени. В системе СИ единицей активности является Беккерель (Бк) – 1 распад в секунду (с^{-1}). Иногда используется внесистемная единица Кюри (Ку), соответствующая активности 1 г радия.

Соотношение этих единиц определяется следующей формулой:
 $1 \text{ Ку} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$.

Интенсивность альфа- и бета-излучения может быть охарактеризована активностью на единицу площади ($\text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$). Интенсивность гамма-излучения характеризуется мощностью экспозиционной дозы.

Экспозиционная доза измеряется по ионизации воздуха и равна количеству электричества, образующегося под действием гамма-излучения в 1 кг воздуха. В СИ экспозиционная доза выражается в Кулонах на кг (Кл/кг). Весьма популярна также внесистемная единица экспозиционной дозы – рентген. Это доза гамма-излучения, при которой в 1 см^3 воздуха при нормальных физических условиях (температура 0°C и давление 760 мм рт. ст.) образуется $2,08 \cdot 10^9$ пар ионов, несущих одну электростатическую единицу количества электричества.

Мощность экспозиционной дозы отражает скорость накопления дозы и выражается в Кл/кг·с (в системе СИ) или в Рентгенах в час (Р/ч во внесистемных единицах). Наиболее адекватный способ описания степени радиоактивного загрязнения местности – плотность загрязнения. Плотность загрязнения представляет собой активность на единицу площади (с учетом изотопного состава). Этот способ весьма трудоемок, требует проведения лабораторных анализов и не всегда может быть использован для оперативной оценки. Обычно такая оценка производится с помощью методов полевой дозиметрии.

При этом используемые приборы, методы и единицы измерения зависят от типа загрязнения. Мерой загрязнения гамма-излучателями является мощность экспозиционной дозы; бета-загрязнение характеризуется плотностью потока бета-частиц. Оценка степени загрязнения альфа-излучателями в полевых условиях невозможна.

При техногенном загрязнении в окружающую среду поступает смесь радионуклидов, среди которых есть все типы излучателей. Поэтому в первом приближении степень опасности может быть оценена по уровню гамма-фона. В ряде случаев такая оценка неприменима.

Если в сбросах предприятия содержатся, главным образом, бета-излучающие радионуклиды, то радиационная ситуация не может быть охарактеризована величиной экспозиционной дозы даже на качественном уровне. Например, загрязнение реки, в которую осуществляют сброс с химического комбината, характеризуется высокими уровнями бета-излучения, в то время как гамма-фон, в основном, близок к нормальному.

При этом населению в качестве характеристики загрязнения сообщается только мощность экспозиционной дозы. Эта величина является лишь одной из характеристик радиационной ситуации. Существует множество искусственных радиоактивных изотопов, которые практически не испускают гамма-квантов, но являются очень опасными источниками

излучения. Мощность экспозиционной дозы, определяемая при помощи гамма-дозиметра, не может отразить степени загрязнения такими изотопами.

Система нормирования в области радиационной безопасности

В последние годы система нормирования радиационной безопасности в РФ претерпела существенные изменения. Действующая система нормирования в этой области строится на понятии дозовой нагрузки. Основными документами, в соответствии с которыми осуществляется радиационный контроль безопасности населения, являются Федеральный Закон Российской Федерации «О радиационной безопасности населения» и принятые в его развитие «Нормы радиационной безопасности НРБ-96».

Оба документа служат для обеспечения радиационной безопасности человека. Экологических нормативов, устанавливающих допустимые воздействия на экосистемы, в области радиационной безопасности не существует. В системе нормирования используются основные понятия:

Поглощенная доза – фундаментальная дозиметрическая величина, определяемая количеством энергии, переданной излучением единице массы вещества. За единицу поглощенной дозы облучения принимается *Грей* (Джоуль/кг) – поглощенная доза излучения, переданная 1 кг массы облучаемого вещества и измеряемая энергией в 1 Дж любого ионизирующего излучения.

Эквивалентная доза. Поскольку поражающее действие ионизирующего излучения зависит не только от поглощенной дозы, но и от ионизирующей способности излучения, вводится понятие *эквивалентной дозы*. Для расчета эквивалентной дозы поглощенную дозу умножают на коэффициент, отражающий способность данного вида излучения повреждать ткани организма. Альфа-излучение в 20 раз опаснее других видов излучений. Единицей эквивалентной дозы является *Зиверт* – доза любого вида излучения, поглощенная в 1 кг биологической ткани, создающая такой же биологический эффект, как и поглощенная доза в 1 Гр фотонного излучения.

Эффективная эквивалентная доза. Одни части тела более чувствительны к радиационным повреждениям, чем другие. Поэтому дозы облучения органов и тканей учитываются с различными коэффициентами. Эффективная эквивалентная доза отражает суммарный эффект облучения для организма; она измеряется в Зивертах. Закон «О радиационной безопасности населения» устанавливает допустимую дозовую нагрузку на население на уровне 1 мЗв/год. При нормальной эксплуатации источников ионизирующего излучения установлены дозовые пределы (*табл. 3.8*).

«Нормы радиационной безопасности» (НРБ) регламентируют допустимые уровни воздействия радиации на человека. На их основе

разработаны нормативные документы, регламентирующие порядок обращения с разными источниками ионизирующего излучения, подходы к защите населения от радиации. Следует особо отметить, что установленные пределы относятся к условиям нормальной эксплуатации источников ионизирующего излучения. Облучение населения в условиях радиационной аварии регулируется разделом 8 НРБ-96.

Таблица 3.8

Основные дозовые пределы

Нормируемые величины			Дозовые пределы		
Лица из персонала (группа А)			Лица из населения		
Эффективная доза			20 мЗв/год в среднем за любые последовательные 5 лет,		
			20 мЗв/год в среднем за любые но не последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв/год,		
			Более 5 мЗв/год		
Эквивалентная доза за год в:					
Хрусталике	Коже	Кистях и стопах	Хрусталике	Коже	Кистях и стопах
150 мЗв	500 мЗв	50 мЗв	15 мЗв	50 мЗв	5 мЗв

В настоящее время в РФ действуют «Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и др. источниками ионизирующих излучений ОСП-72/87», опирающиеся на ранее действовавшие нормативные документы. Эти правила содержат требования по:

- обеспечению радиационной безопасности персонала учреждений и населения и охране ОПС от загрязнения радиоактивными веществами;
- учету, хранению и перевозке источников ионизирующего излучения;
- сбору, удалению и обезвреживанию твердых и жидких РАО.

Действие документа распространяется на любые предприятия и учреждения, независимо от ведомственной принадлежности и формы собственности, где «производятся, обрабатываются, перерабатываются, применяются, хранятся, обезвреживаются и транспортируются естественные и искусственные радиоактивные вещества и другие источники радиоактивного излучения».

Особое место занимают проекты, направленные на организацию радиоэкологического мониторинга и контроля. Лабораторные радиоэкологические исследования требуют дорогостоящих приборов, квалифицированного персонала и особых условий, связанных с обеспечением безопасности работающих.

Мощность экспозиционной дозы (мкР/ч), отражающая степень загрязнения гамма-излучателями, может быть измерена обычным полевым дозиметром. Загрязнение бета-активными радионуклидами, к числу

которых относится такой опасный изотоп, как стронций-90, при этом не регистрируется. Бета-загрязнение (характеризуется плотностью потока бета-частиц) регистрируется специальными бета-радиометрами, которые часто совмещают с гамма-дозиметрами. Точность такой оценки гораздо ниже, и информация об уровнях бета-загрязнения, полученная полевыми методами, может носить только сигнальный характер.

Степень загрязнения местности альфа-излучателями не может быть даже оценена полевыми методами. Хотя радиометры, регистрирующие альфа-частицы, существуют, малая проникающая способность альфа-частиц накладывает принципиальные ограничения на возможности полевой оценки уровня этого типа загрязнения. Эти ограничения не зависят от чувствительности регистрирующего устройства. Поэтому для корректной оценки уровня загрязнения альфа-излучателями необходимо проведение лабораторных анализов.

Дозиметрические приборы делятся по своему назначению на профессиональные и бытовые. Бытовые приборы отличаются от профессиональных отсутствием экранировки, позволяющей отсекаать жесткое бета-излучение от гамма-излучения, а также имеют не всегда удовлетворительную кривую жесткости. В результате бытовые дозиметры зачастую искажают результаты и дают только качественную картину загрязнений.

Сведения о мощности экспозиционной дозы или о плотности радиоактивного загрязнения служат в основном для общей оценки ситуации. Карты радиационной загрязненности чрезвычайно полезны для принятия квалифицированных решений на государственном и индивидуальном уровнях. Однако, если раньше зонирование радиационно загрязненной территории осуществлялось именно по плотности загрязнений, сегодня зонирование проводится только по величине годовой эффективной дозы.

Корректное определение радионуклидного состава загрязненных почв, а тем более продуктов питания возможно только в лабораторных условиях. Следует помнить, что аттестованными методиками определения наиболее часто встречающихся радионуклидов являются:

- для цезия-137 – гамма-спектрометрия;
- для стронция-90 – радиохимический метод по сопутствующему иттрию;
- для плутония-239, 240 – радиохимическое определение.

Спектрометрический метод определения стронция – 90, применяемый рядом лабораторий, не является аттестованным и может служить только для качественной оценки.

Основным фактором, влияющим на достоверность анализа, независимо от используемой методики и способов регистрации аналитического сигнала, является стадия пробоотбора, причем

погрешность определений, обусловленная пробоотбором, может достигать сотен процентов. Необходимо использовать стандартные методы. Другое важное требование к аналитической информации – ее сопоставимость. Это требование напрямую связано с необходимостью использования данных различных лабораторий, причем их сопоставимость во многом зависит от погрешности анализа.

Прежде всего, необходимо обеспечить такие условия, при которых проба отражала бы реальное содержание определяемых компонентов в ОПС. При этом большое значение имеет сам объект исследования. Состав наиболее подвижной среды – воздуха – постоянно меняется, а концентрации примесей невысоки. Поэтому при пробоотборе для аналитических определений требуется прокачивать через поглотители большие объемы воздуха.

При изучении водных систем часто имеет смысл уделить первоочередное внимание донным отложениям, накапливающим многие загрязняющие вещества и отражающим долговременную картину загрязнения. Для уменьшения случайных погрешностей следует проводить ряд параллельных определений, что ведет к увеличению минимального объема пробы.

Во избежание загрязнений уже на стадии отбора пробы следует принимать специальные меры предосторожности. Неаккуратное обращение и неправильное хранение могут привести к изменению состава пробы вследствие фотолитического или термического разложения, химических реакций, микробиологических превращений и т.д.

Попадание в анализируемую пробу пыли из воздуха (если измерения проводят вблизи транспортных магистралей, рядом с заводом, электростанцией) может служить источником загрязнения и ошибки при определении металлов (взвешенные частицы выбросов промышленных предприятий и транспорта содержат ТМ).

Загрязнение воздуха лаборатории парами ртути ведет к завышению содержания этого элемента в пробе. Все это нужно учитывать при определении следовых количеств загрязняющих веществ.

Во многих случаях практикам приходится прибегать к консервированию пробы – операции, позволяющей проводить аналитические работы не непосредственно в полевых условиях, а через некоторое время. Процедуры консервирования проб воды, донных отложений, биологических объектов, детально описаны в соответствующих методических указаниях.

Стадия пробоподготовки является первой ступенью собственно аналитической фазы. Помехи от неизвестных факторов должны быть полностью исключены. Цель подготовки пробы – перевод определяемого компонента (и пробы) в форму, пригодную для анализа с помощью выбранного метода, удаление мешающих веществ или их маскирование, а

в некоторых случаях – строго известное изменение концентрации (разбавление или концентрирование) так, чтобы предполагаемое содержание определяемого компонента было близко к середине рабочего диапазона используемого метода анализа.

Важно четко разграничивать значения терминов «предел обнаружения» и «чувствительность». **Предел обнаружения** – это наименьшее содержание исследуемого компонента, при котором по данной методике можно обнаружить его присутствие с заданной погрешностью. Термин **чувствительность** (который часто, но неправомерно используется при обсуждении нижней границы определяемых содержаний) характеризует изменение аналитического сигнала, соответствующее изменению концентрации определяемого вещества.

Упрощенно можно сказать, что предел обнаружения характеризует минимальное содержание вещества, которое можно определить с помощью данного метода, а чувствительность – минимальную разницу между содержаниями вещества, которую метод способен «заметить».

При измерении концентраций, близких к пределу обнаружения метода, получают очень большие погрешности, которые быстро увеличиваются с приближением концентрации к этому пределу. Если искомая концентрация примерно на порядок больше данного предела, погрешности уже мало зависят от концентрации. Следовательно, надо выбирать методы, предел обнаружения которых в 10-15 раз превышает измеряемые концентрации. Важно, чтобы выбранная методика анализа работала при концентрациях определяемого компонента на уровне обсуждаемой предельно допустимой концентрации.

В ряде случаев большое значение имеют многокомпонентные методы, позволяющие определять сразу большое число компонентов (атомно-эмиссионный и рентгеновский спектральный анализ, хроматография). При прочих равных условиях предпочитают методы прямого анализа, не связанного с химической подготовкой пробы, но иногда такая подготовка необходима.

Предварительное концентрирование вещества позволяет определять малые его концентрации, устранять трудности, связанные с неомогенным распределением его в пробе и отсутствием образцов сравнения. Важно избежать потерь на этой стадии, поэтому следует отдавать предпочтение методикам, требующими минимального количества стадий фильтрации, экстракции, переноса из сосуда в сосуд, воздействия высоких температур.

Сложность состава природных сред служит причиной того, что помехи, возникающие при измерении концентрации одного вещества при наличии других веществ, могут приводить к ошибкам. Большинство стандартных методик содержит перечень таких проблем и способов их устранения.

Основным условием для объективной оценки состояния ОПС является получение достоверных и сопоставимых аналитических данных. К результатам измерений, к способам их представления и интерпретации предъявляются достаточно строгие требования. Требования, предъявляемые к аналитической информации – достоверность в качественном и количественном отношении.

Если точность результатов неодинакова, сопоставлять их или делать на основании этого выводы некорректно. Надежность аналитической информации зависит и от применения специальных средств гарантии качества результатов анализа. Качество результатов анализа должно обеспечивать:

- контроль случайных погрешностей (воспроизводимости);
- контроль систематических погрешностей (достоверности);
- контроль матричного эффекта в отношении воспроизводимости, достоверности и точности;
- контроль отклонений в пределах одной серии;
- установление причин отклонений и их устранение.

Термины «селективность» и «специфичность» отражают степень мешающего влияния основного, не интересующего Вас материала пробы на определение исследуемого компонента по данной методике. При этом специфичным для данного вещества называют предельно селективный метод, не подверженный мешающим влияниям со стороны других веществ.

Данные о количестве и принадлежности АЭС приведены в *табл. 3.9*. Охрана ОПС в Федеративной Республике Германии приобрела за последние 35 лет очень большое значение. В 1972 г. был принят Федеральный закон по ликвидации опасных отходов, который привел к основополагающей реорганизации в сфере устранения отходов в Германии [1].

В соответствии с ним ликвидация отходов производится в 71 районе и 25 городах окружного подчинения в Баварии. В 1996 г. вступил в силу Закон о цикличном хозяйстве и ликвидации отходов, в соответствии с которым следует различать понятия «отходы к утилизации» и «отходы к ликвидации». Всеобъемлющая концепция по вопросу устранения ПО содержится в «Баварском Законе об устранении отходов 1991 г.», по которому:

- следует по возможности избегать накопления ПО;
- следует, насколько это возможно, избегать появления вредных веществ в отходах или снижать их содержание (минимизация вредных веществ);
- не утилизируемые ПО следует обрабатывать таким образом, чтобы их можно было перерабатывать и депонировать, не нанося вреда ОПС, или хранить;

– не утилизируемые или неподдающиеся дальнейшей обработке отходы следует хранить, не нанося вреда окружающей среде (хранение отходов).

Таблица 3.9

Количество и размещение АЭС в мире

Страна	Действующие реакторы		Строящиеся реакторы	
	Кол-во	Мощность, МВт	Кол-во	Мощность, МВт
Аргентина	2	935	1	692
Армения	1	376	-	-
Бельгия	7	5801	-	-
Болгария	4	2722	-	-
Бразилия	2	1901	-	-
Великобритания	23	11852	-	-
Венгрия	4	1755	-	-
Германия	18	20643	-	-
Индия	14	2550	8	3622
Иран	-	-	2	2111
Испания	9	7584	-	-
Канада	17	12113	-	-
Китай	9	6587	2	2000
Литва	2	2370	-	-
Мексика	2	1310	-	-
Нидерланды	1	449	-	-
Пакистан	2	425	-	-
Россия	30	20793	3	2825
Румыния	1	655	1	655
Словакия	6	2442	-	-
Словения	1	655	-	-
США	104	98298	-	-
Тайвань	6	4884	2	2600
Украина	15	13107	2	1900
Финляндия	4	2656	-	-
Франция	59	63363	-	-
Чехия	6	3548	-	-
Швейцария	5	3220	-	-
Швеция	11	9451	-	-
ЮАР	2	1840	-	-
Южная Корея	19	15850	1	960
Япония	54	45464	2	2371

В соответствии с Баварским законом об удалении специальных отходов владельцы ПО, требующих особого надзора, должны обслуживаться двумя организациями по их удалению: компанией с ограниченной ответственностью по удалению специальных отходов в Баварии (GSB) или товариществом с ограниченной ответственностью по удалению специальных отходов во Франконии (SEF).

Баварским Советом министров в 1990 г. принято решение о Баварской исследовательской концепции в области ликвидации опасных ПО. Ее базисом является Баварское объединение по исследованию отходов и утилизации остаточных материалов (BayFORREST). Это сеть объединений ученых баварских ВУЗов и внеуниверситетских исследовательских организаций.

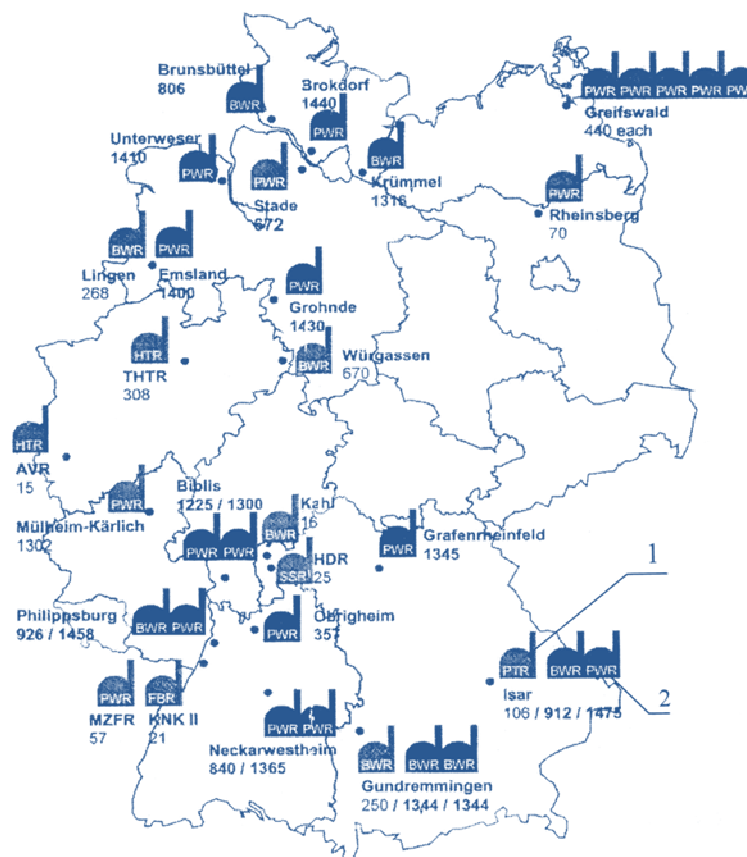
С момента вступления в силу Баварского Закона об отходах, инвестиционные расходы на их обработку составили около 6 млрд. DM (до перехода на евро), из них 0,9 млрд. DM – государственные средства. На *рис. 3.22* и *3.23* приведены фотография объекта хранения твердых РАО на одной из атомных электростанций ФРГ и схема размещения АЭС на территории ФРГ. Особого внимания заслуживает то, что ФРГ не строит новых АЭС и сокращает число действующих, в т.ч., исследовательских реакторов [1].



Рис. 3.22. Хранение радиоактивных отходов на спецполигоне ФРГ

На всех АЭС РФ системы очистки выбрасываемого в атмосферу воздуха (*рис. 3.24*) обеспечивают эффективное улавливание радиоактивных аэрозолей и радионуклидов йода, а также снижение активности инертных радиоактивных газов (ИРГ). Фактические выбросы АЭС были ниже допустимых, не превышали по выбросам ИРГ 4% допустимых для АЭС с уран-графитовыми реакторами, 0,3% для АЭС с реакторами ВВЭР и реакторами на быстрых нейтронах.

Выбросы АЭС создают дозу облучения населения в районах расположения станций менее 1 мбэр/год. Это около 1% годовой дозы, обусловленной естественной радиацией. От всех АЭС РФ в анализируемом году поступило в атмосферу около 0,4 Ки долгоживущих радионуклидов, периоды полураспада которых много меньше, чем у природных радионуклидов.



PWR – водо-водяные реакторы;
 BWR – водонагревательные реакторы;
 FBR – реакторы;
 HTR – высокотемпературные реакторы;
 PTR – реакторы с трубами высокого давления;
 SSR – реакторы с отводом тепла перегретым паром.

1 - закрываемые
 2 - действующие

Рис. 3.23. Размещение атомных электростанций на территории ФРГ



Рис. 3.24. Общий вид типичной АЭС стран СНГ

Показателем безопасной работы АЭС, с точки зрения сбросов радионуклидов с жидкими стоками, является величина (индекс – сброса), определяемая отношением годового поступления каждого радионуклида

(Ки/год) к величине его допустимого сброса. Данные о сбросах АЭС РФ представлены в *табл. 3.10* и *3.11*.

Таблица 3.10

Среднесуточные газоаэрозольные выбросы АЭС
(% допустимых выбросов)

АЭС	ИРГ	ДЖН*	¹³¹ I
Балаковская	0,02	0,03	0,03
Белоярская	0,008	< МДА**	< МДА
Билибинская	4,0	< МДА	< МДА
Калининская	0,18	0,02	0,02
Кольская	0,28	0,03	0,62
Курская	2,2	1,3	3,6
Нововоронежская	0,29	0,4	0,38
Смоленская	3,4	0,6	5,8

*Долгоживущие радионуклиды. ** Минимальная детектируемая активность.

Таблица 3.11

Сбросы радионуклидов с дебалансными водами на АЭС
(% допустимых сбросов)

АЭС	⁶⁰ Co	⁵⁴ Mn	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr
Балаковская	3,1	0,035	7,1	11,0	< МДА
Белоярская	< МДА	< МДА	< МДА	28,0	1,8
Билибинская	0,023	0,002	< МДА	< МДА	< МДА
Калининская	1,7	0,03	6,4	33,0	< МДА
Кольская	0,012	< МДА	0,19	0,37	< МДА
Курская	0,002	< МДА	< МДА	0,001	< МДА
Нововоронежская	0,11	< МДА	0,32	19,0	0,52
Смоленская	0,005	0,022	0,05	0,31	< МДА

Сбросы АЭС были ниже допустимых и не превышали 33% допустимого сброса (ДС) для отдельных радионуклидов. В анализируемом году на АЭС не было инцидентов, связанных с несанкционированным поступлением в ОПС радионуклидов за счет аэрозольных выбросов.

Информация о заполнении хранилищ жидких (ХЖО) и твердых (ХТО) радиоактивных отходов на АЭС РФ приведена в *табл. 3.12* и *3.13*.

Вместимость ХЖО Нововоронежской АЭС увеличена на 470 м³ за счет емкости высокоактивных сорбентов ХЖО РТЦ-2.

Проектная вместимость ХТО Кольской АЭС увеличена на 4,2 м³ за счет включения емкостей могильников ионизационных камер 3-го и 4-го блоков. Вместимость ХТО Калининской АЭС увеличена на 1184 м³ за счет включения объема компаундохранилища. Вместимость ХТО Ленинградской АЭС увеличена введением 10 новых отсеков емкостью по 200 м³ каждый.

Таблица 3.12

Заполнение хранилищ жидких радиоактивных отходов (ХЖО) на АЭС РФ

АЭС	Объем ХЖО, м ³	Количество ЖРО, м ³	Заполненность ХЖО, %
Балаковская	3600	1720,0	47,8
Белоярская	6400	5466,0	85,4
Билибинская	1000	679,9	68,0
Калининская	2280	1623,0	71,2
Кольская	8526	6845,0	80,3
Курская	63000	39583,0	62,8
Ленинградская	13820	12165,0	88,0
Нововоронежская	17891	7183,1	40,1
Смоленская	19400	11910,0	61,4

Таблица 3.13

Заполнение хранилищ твердых радиоактивных отходов (ХТО) на АЭС РФ

АЭС	Объем ХТО, м ³	Количество ТРО, м ³	Заполненность ХТО, %
Балаковская	18684,0	9579,8	51,3
Белоярская	23760,0	14400,3	60,6
Билибинская	3150,0	2441,9	77,5
Калининская	8862,4	7478,8	84,4
Кольская	19912,0	7844,6	39,4
Курская	21760,0	21695,0	99,7
Ленинградская	27800,0	19754,0	71,1
Нововоронежская	40231,0	29814,0	74,1
Смоленская	15150,0	11479,0	75,8

ЖРО хранятся на АЭС в специальных хранилищах. Для сокращения их объемов на всех АЭС используют метод выпарки ЖРО на установках глубокого упаривания (УГУ), позволяющий перерабатывать ЖРО в солевой плав и являющийся промежуточной формой кондиционирования ЖРО перед дальнейшей переработкой. Установки битуминирования имеются только на Балаковской, Калининской и Ленинградской АЭС. Поэтому на большинстве станций пульпа ионообменных смол и кубовой остаток (солевой плав) хранятся в емкостях ХЖО.

Степень заполнения ХЖО на АЭС в среднем составляет 67%. ХЖО Кольской, Белоярской и Ленинградской АЭС заполнены на 81, 86 и 88% соответственно. Положение с РАО на Белоярской, Калининской, Курской и Нововоронежской АЭС очень серьезное.

На Белоярской АЭС вода в бассейнах выдержки-1,2 (БВ-1, 2) за длительное время хранения ОТВС практически превратилась в ЖРО с удельной активностью $1,2 \cdot 10^{-3}$ Ки/дм³, что существенно снижает безопасность 1-й очереди АЭС (блоки 1 и 2). В наблюдательной скважине № П-1 ХЖО среднегодовая концентрация ¹³⁷Cs в 1,5 раза, а максимальная

– в 3 раза превышала ДК_Б, а в скважинах № П-2 и № П-25 среднегодовое содержание ⁹⁰Sr – в 2,5 и 7 раз, а максимальное – в 3 и 9 раз, соответственно, превышали ДК_Б. Это следствие имевших место протечек из ХЖО.

Количество ЖРО на Калининской АЭС превышает проектную величину. Содержание солей в кубовом остатке превышает проектное значение в 3,5 раза, в емкостях ХЖО – в 4,5 раза. Это приводит к кристаллизации ЖРО в баках и уменьшению объемов последних. В настоящее время ведется переработка сухих солей на установке битуминирования. Однако компаундохранилище станции заполнено на 92,4%, свободных объемов хватит лишь на несколько месяцев. Технические мероприятия по сокращению ЖРО, разработанные на АЭС, не могут решить проблему. Для выхода из создавшейся ситуации необходимо принять все меры для скорейшего пуска расширяемой части спецкорпуса.

Эксплуатация хранилищ ЖРО на Нововоронежской АЭС в течение многих лет ведется с нарушениями правил безопасности. В 1985 г. отсутствие автоматической сигнализации наличия протечек в емкостях ХЖО-1 и 2 не позволило своевременно установить утечку и привело к радиоактивному загрязнению грунта и грунтовых вод в районе ХЖО-2.

Твердые радиоактивные отходы (ТРО) хранятся в специальных бетонных сооружениях наземного или подземного типа на промплощадках АЭС. ТРО на большинстве станций размещают в хранилищах навалом. Поэтому основная масса хранилищ переполнена, хотя степень их использования не превышает 60%. Сроки временного хранения ТРО не определены.

Первичная переработка ТРО на большинстве АЭС заключается в сортировке ТРО на горючие и негорючие и измельчении металлических РАО до установленных размеров. Негорючие ТРО после сортировки прессуют на Белоярской, Кольской и Нововоронежской АЭС, горючие сжигают на Белоярской и Кольской АЭС. На Белоярской АЭС имеется установка по переплавке металлических РАО низкой активности. Хранилища ТРО в среднем заполнены на 70,4%, на Билибинской и Калининской АЭС – на 78 и 85% соответственно [1].

Хранилища ТРО на Курской АЭС практически заполнены. В настоящее время в хранилищах ТРО и ЖРО производится уплотнение отходов с помощью специальных механизмов, освободившиеся объемы заполняют ТРО 1-ой и 2-ой групп. Строится хранилище для слабоактивных ТРО. Ведется подготовка к прессованию РАО.

Спецкомбинаты «Радон». На территории Российской Федерации создана и функционирует система 16 спецкомбинатов (СК) «Радон», занимающихся транспортированием и захоронением РАО малой и средней активности. Мурманский СК «Радон» не функционирует по соображениям

радиоэкологической безопасности.

Грозненский СК «Радон», обслуживающий республики Северного Кавказа, в настоящее время прекратил прием РАО, что создает определенные проблемы по защите населения и ОПС на этих территориях. Учитывая сложившуюся ситуацию, Минстрой и Госатомнадзор РФ предложили провести перераспределение территорий, обслуживаемых Грозненским СК «Радон», закрепив за Самарским СК «Радон» республики Кабардино-Балкарию и Ингушетию, а за Саратовским СК «Радон» – республики Дагестан и Северную Осетию-Аланию.

В отношении радиационноопасных предприятий северо-западного региона принято решение прекратить практику накопления РАО на предприятиях и в организациях в непригодных помещениях, как якобы временно хранящихся. В связи с этим организован прием РАО предприятиями, имеющими специальные хранилища (Кольская АЭС, Мурманское морское пароходство, ремонтно-техническое предприятие «Атомфлот», судоремонтный завод «Нерпа»).

Частично РАО отправляют на Ленинградский СК «Радон», который имеет ограничения по их приему вследствие незначительного резерва объема хранилищ. В Архангельской области проблема обращения с РАО решается путем закрепления предприятий за Ленинградским СК «Радон». На объектах Калининградской области происходит накопление РАО вследствие затруднений в их транспортировке через территории стран Прибалтики.

В обязанности пунктов захоронения радиоактивных отходов (ПЗРО) входят прием и изоляция РАО, не относящихся к ядерному топливному циклу, возникших в результате аварийных ситуаций при работах с источниками ионизирующего излучения или радиоактивными препаратами. Руководство работой ПЗРО осуществляет Московское НПО «Радон».

Объемы РАО на Украине превысили 3 млн. м³ (без учета отходов военно-промышленного комплекса). Среди них большую часть составляют отходы низкой и средней активности (ОНСА). Пренебрежение правилами обращения с ОНСА, а также недооценка их потенциальной опасности могут привести к серьезным последствиям для ОПС и здоровья человека.

Современное состояние вопроса обращения с ОНСА на Украине находится в критическом состоянии. Одним из основных критериев обеспечения безопасности ОНСА является их иммобилизация, локализация и изоляция в специальных хранилищах без их дальнейшего извлечения сроком не менее 300 лет. Однако существующие хранилища не удовлетворяют всем требованиям безопасности. Строительство специализированного комплекса для захоронения радиоактивных отходов ЦПЗ «Вектор» приостановлено на неопределенный срок.

Кроме того, материалы, используемые для оборудования хранилищ

ОНСА (бетон, железобетон, литой камень, нержавеющая сталь), обладают рядом серьезных недостатков, не позволяющих обеспечить изоляцию РАО в течение установленного срока. Среди этих недостатков основными являются водопроницаемость, низкая атмосферная и химическая стойкость.

На *рис. 3.25-3.28* приведены фотографии объекта «Укрытие» над разрушенным 4-м блоком Чернобыльской АЭС и результаты разрушений в момент катастрофы [2]. На *рис. 3.29 и 3.30* и в *табл. 3.14-3.16* приведены результаты исследований по оценке влияния «мокрой» консервации угольных шахт Луганской области на уровень загрязнения ОПС токсичными компонентами, в т.ч. радоном [1].

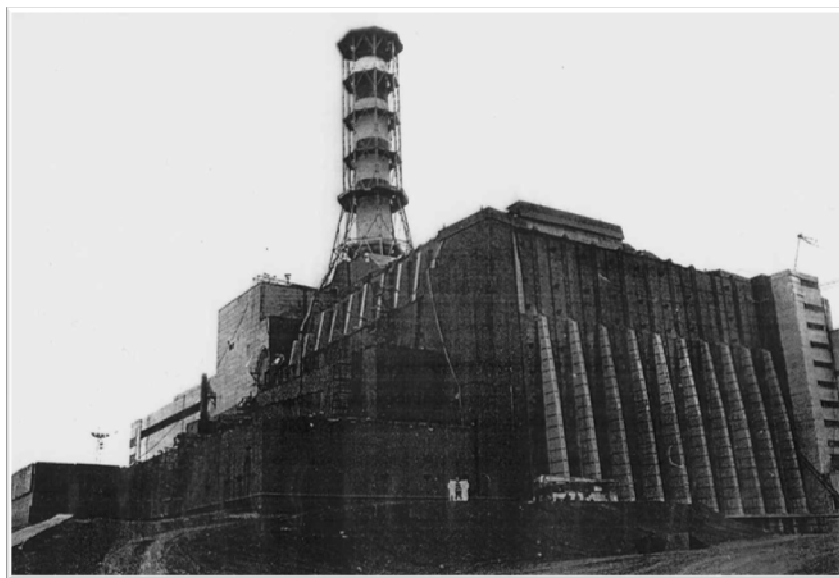


Рис. 3.25. Объект «Укрытие» над разрушенным 4-м блоком ЧАЭС

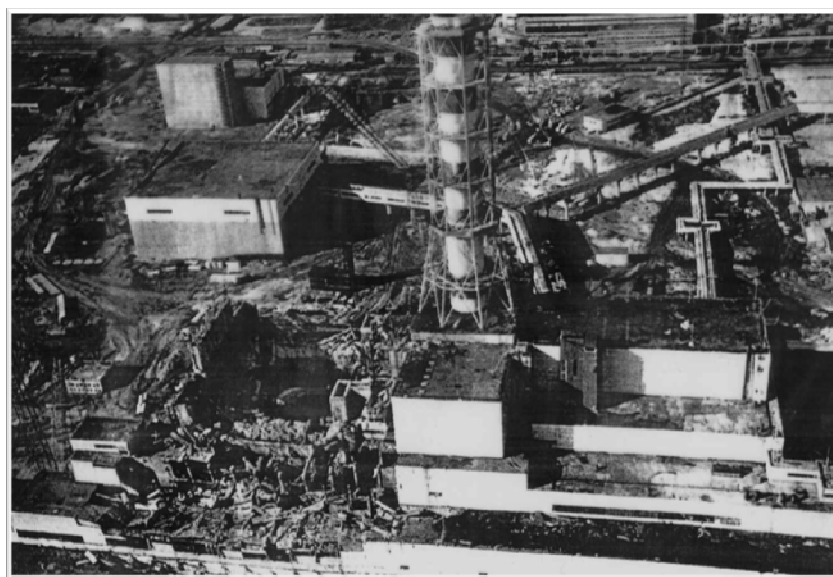


Рис. 3.26. Чернобыльская катастрофа (съемка с вертолета, май 1986 г.)

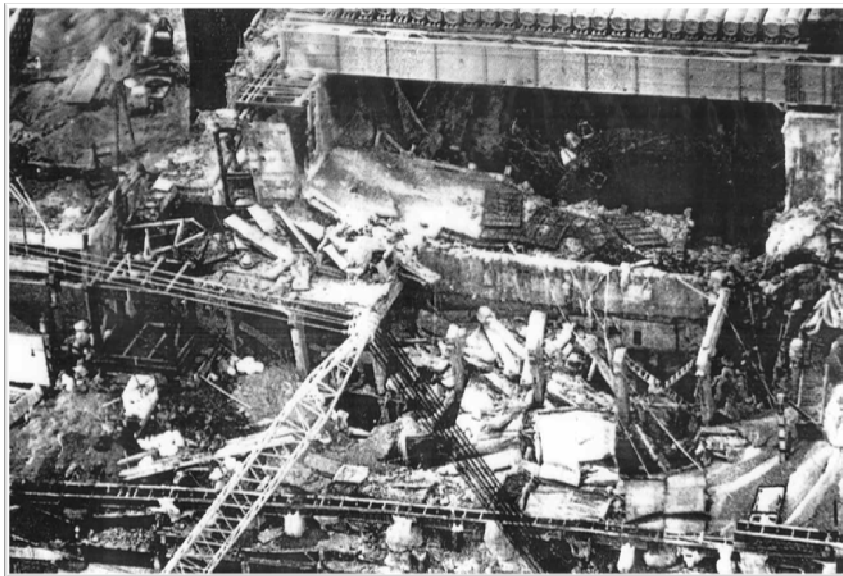


Рис. 3.27. Накат из труб над разрушенным корпусом реактора РБМК 1000 (в верхней части рисунка)

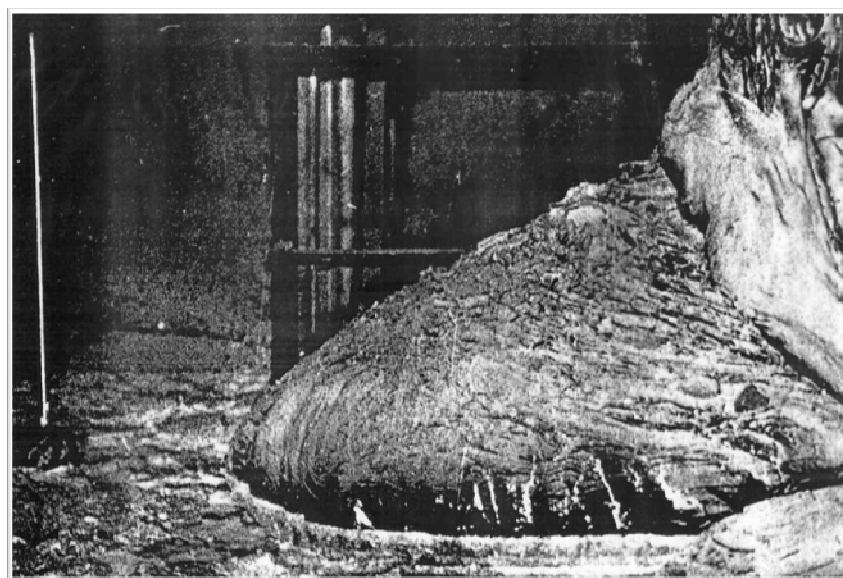


Рис. 3.28. Застывшая лава из расплавившихся урановых стержней и графита под корпусом реактора

Решение вопроса безопасного хранения ОНСА на Украине исследователи видят в реализации модульных хранилищ на основе элементов утилизированных ракетносителей стратегического назначения. Основным преимуществом такого хранилища является универсальность и сравнительно малые сроки реализации.

Это осуществляется за счет имеющихся на предприятиях ВПК Украины утилизированных изделий ракетносителей (транспортно-пусковой контейнер или корпус твердотопливного двигателя), которые после минимальных доработок практически соответствуют конструкции емкостей для временного хранения или захоронения РАО.

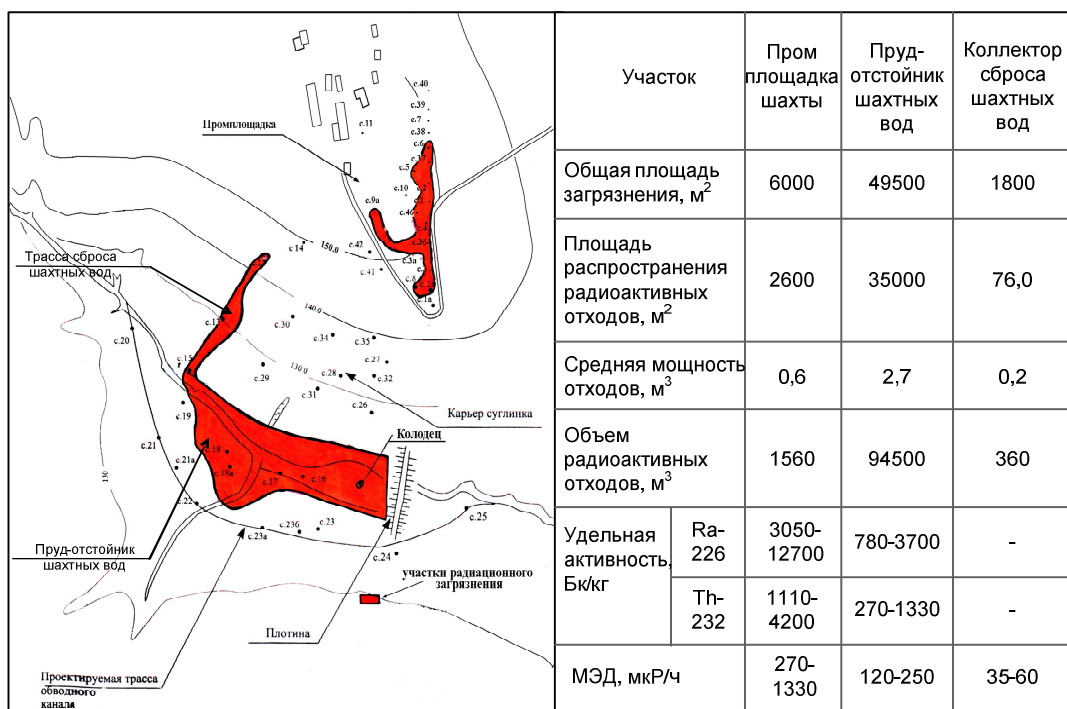


Рис. 3.29 Схема радиационного загрязнения промплощадки шахты «Пролетарская» в Луганской области

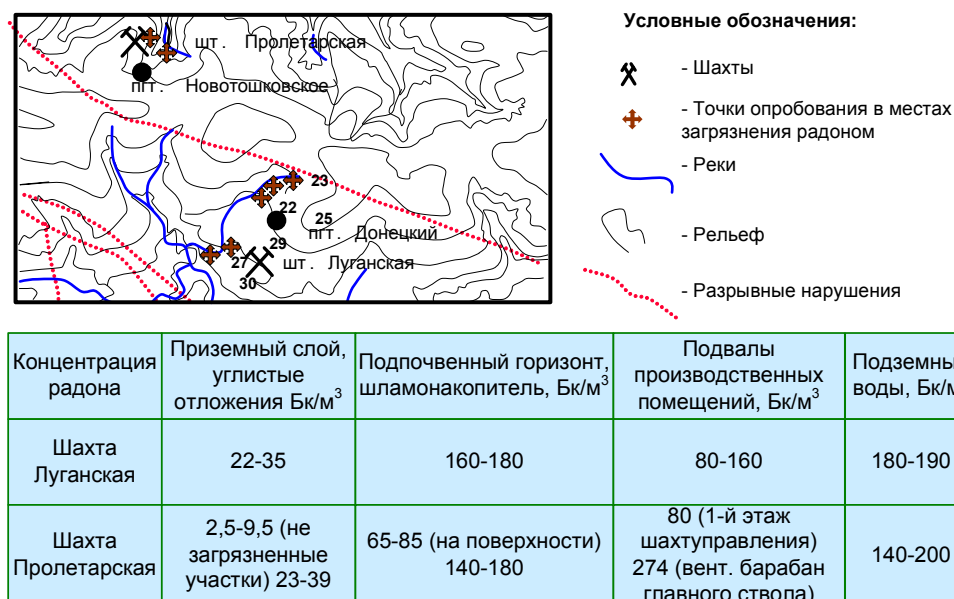


Рис. 3.30. Схема проявления радона в воздухе и подземных водах в районах угледобычи в Луганской области

Ряд специалистов совместно с инженерами ПО «Южный машиностроительный завод» ведут разработку модульного хранилища. Его экспериментальный образец представляет собой контейнер цилиндрической формы диаметром 4 м на основе транспортно-пускового контейнера баллистического ракетносителя СС-18. На внутреннюю поверхность контейнера нанесено радиационно-защитное покрытие.

Таблица 3.14

**Поверхностная и удельная активность пород на участке загрязнения на
промплощадке шахты «Пролетарская»**

Глубина отбора, см	Литологический состав	Мощность экспоз. дозы γ -излучения, мкР/ч	Плотность β -излучения, β -расп.*мин./см ²	Плотность α -излучения, α -расп.*мин./см ²	Удельная активность, Бк/кг			
					Cs-137	Th-232	Ra-226	K-40
0-5	Суглинок черный с прослоями бурого	570	185	5	–	4200	12700	450
10-20	То же	1100	190	6	–	3130	9460	500
0-5	Суглинок бурый	440	120	4	–	2400	8140	230
0-5	Суглинок серый	100	16	2	515	130	390	600
0-5	Суглинок бурый	240	35	3	–	1100	3050	550

Таблица 3.15

Активности радионуклидов в
районе шахты «Пролетарская»

Мощность дозы гамма-излучения и удельная
активность горных пород на шахтных полях
Стахановского региона

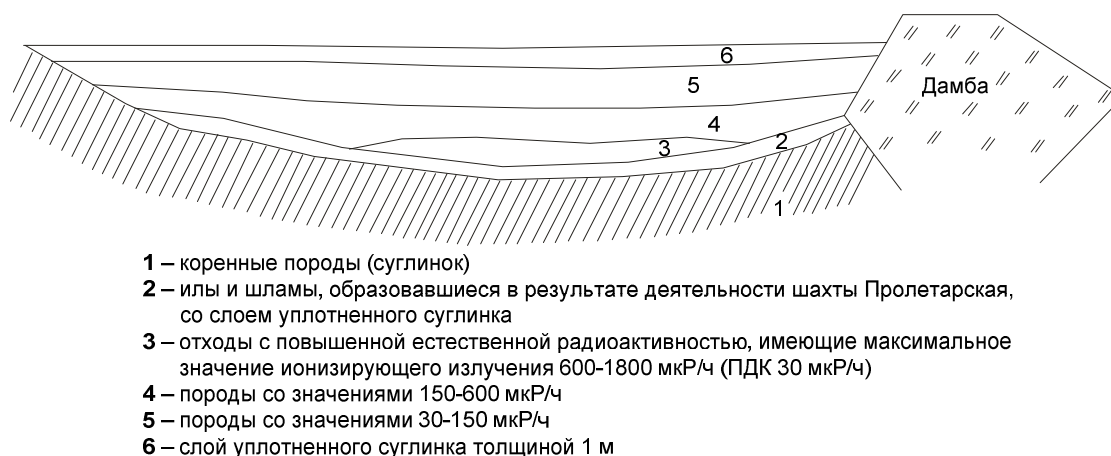
Участок шахты «Пролетарская»	Активность, $A_{\text{сум}}$		Относительное содержание, %	Шахтное поле	Мощность дозы гамма-излучения у поверхности почвы, мкР/ч	Удельная активность горных пород в отвалах шахт, $A_{\text{ср}}$, Бк/кг
	Бк/кг	Ки/кг				
Шахтный отвал	63,5 до 173	1,02E-08 – 1,40E-08	Ra 226 – 15 Th 232 – 10 K 40 – 75	Шахта Замковская	13-20	120-202
Шахтное поле	110 до 170	1,40E-08 – 1,86E-08	Ra 226 – 10 Th 232 – 10 K 40 – 75 Cs 137 – 5	Шахта им. Ильича	13-19	155-285
Промплощадка	1940 до 17400	5,23E-08 – 4,69E-7	Ra 226 – 73 Th 232 – 24 K 40 – 3	Шахта Брянковская	10-21	125-204
Трасса слива шахтных вод	4700 до 10900	1,27E-07 – 2,93E-07	Ra 226 – 73 Th 232 – 24 K 40 – 3	Шахта Центральная Ирмино	15-24	129-267
Отложения пруда-отстойника шахтных вод	600 до 1630	1,64E-08 – 4,41E-08	Ra 226 – 40 Th 232 – 15 K 40 – 35 Cs 137 – 10	Шахты им. Чеснокова, Максимовская, Бежановская	15-50	<370
				Шахта Луганская	15-20 до 640	<370 3467-13000

Покрытие необходимо для обеспечения радиационной безопасности обслуживающего персонала и используется для хранилищ, находящихся на поверхности земли и предназначенных для долговременного хранения твердых и жидких НСАО. Хранилища данного типа можно использовать для временного хранения РАО до реализации строительства ЦПЗ «Вектор», для жидких отходов АЭС, а также в случае аварий, в результате которых могут возникнуть большие объемы опасных отходов. Аналогичное решение принято для захоронения РАО в пруде-отстойнике шахты «Пролетарская» Луганской области (рис. 3.31) [1].

Таблица 3.16

**Содержание радона в водопроводной сети и природных
водах Стахановского региона**

Участок отбора проб	Номер точки опробования	Тип водопункта	Содержание радона		
			C_{Rn} , эман/л	C_{Rn} , Бк/л	ПДК, Бк/л
Шахта “Максимовская”	16	Родник	642,5	2313,0	100
	17	Озеро	41,7	150,0	100
Шахта “Луганская”	22	Родник	322,2	1160,0	100
	23	Родник	702,1	2530,0	100
	25	Котлован с разрушенной насосной станцией	230,4	830,0	100
	27	Колодец	173,6	625,0	100
Шахта “Максимовская”	20	Водопроводная сеть (гараж)	66,6	240,0	100
г. Стаханов ул. Хмельницкого	21	Водопроводная сеть	20,2	72,0	100
Шахта “Брянковская”	12	Отстойник	15,0	54,0	100



**Рис. 3.31. Захоронение РАО в пруде-отстойнике шахты «Пролетарская»
Луганской области**

Для обеспечения многобарьерной защиты ОС от возможной утечки НСАО предусмотрено использование малогабаритного контейнера емкостью 200 л (КХС-02). Материал малогабаритного контейнера и элемента модульного хранилища обладает высокими эксплуатационными характеристиками и не имеет вышеперечисленных недостатков.

По данным НТЦ КОРО МЧС Украины, г. Желтые Воды, ПЗРАО «Буряковка» запроектирован Ленинградским институтом ВНИПИЭТ на основе действовавших в бывшем СССР типовых проектов приповерхностных хранилищ для РАО I группы и принят к эксплуатации в 1987 г. Хранилище расположено на площадке размером 1200×700 м, где размещается 30 траншей. Емкость 1 траншеи составляет 25 тыс. м³. Кроме

траншей, на территории хранилища временно сохраняются металлические РАО (загрязненная радионуклидами техника).

Конструкция элементов хранилища определена с учетом свойств инженерных защитных барьеров (экранов) и геологической среды, способной сорбировать радионуклиды (РаН). Общую толщину грунтового покрытия над РАО определяли расчетом, исходя из максимально допустимой мощности γ -излучение – 30 мкР/ч на поверхности хранилища.

Мощность глиняного экрана обоснована, исходя из недопущения выхода РаН за границы хранилища в период изоляции РАО (300 лет).

Характеристика площадки ПЗРАО отвечает требованиям СПОРО-85:

- геологические и гидрогеологические условия имеют достаточно высокие защитные свойства по отношению к удержанию радиоактивного загрязнения;
- открытые водоемы находятся на значительном расстоянии от хранилища;
- современные геологические процессы, которые протекают в границах ПЗРАО, существенного значения не имеют.

ПЗРАО расположен в Чернобыльской зоне отчуждения, неперспективной для размещения населенных пунктов и промышленных предприятий. В ПЗРАО «Буряковка» поступают непереработанные РАО чернобыльского происхождения: строительные конструкции, металлолом, радиоактивный грунт и др. Ресурс хранилища при достигнутых темпах поступления РАО (~40 тыс. м³/год) практически исчерпан. Поэтому постановлением КМУ от 29.04.96 г. №480 принято решение о реконструкции ПЗРАО «Буряковка», что позволяет с введением в эксплуатацию хранилищ межтраншейного типа принять дополнительно 120 тыс. м³ РАО (рис. 3.32 и 3.33).

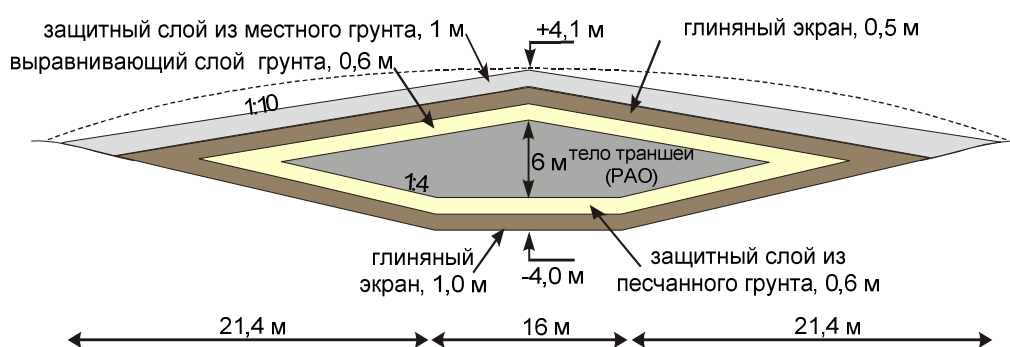


Рис. 3.32. Конструктивные элементы (поперечный разрез траншеи) ПЗРАО «Буряковка»

Новое хранилище представляет собой поверхностную траншею, размещенную между двумя смежными, заполненными РАО существующего ПЗРАО. Характерной особенностью хранилища является формирование уклонов в днище траншеи. Создание этих уклонов вызвано необходимостью сбора атмосферных осадков, которые неизбежно будут

собираться на дне траншеи в период его заполнения РАО. Уклон формируется таким образом, что вся вода собирается в предназначенном месте и удаляется дренажной системой за пределы хранилища.

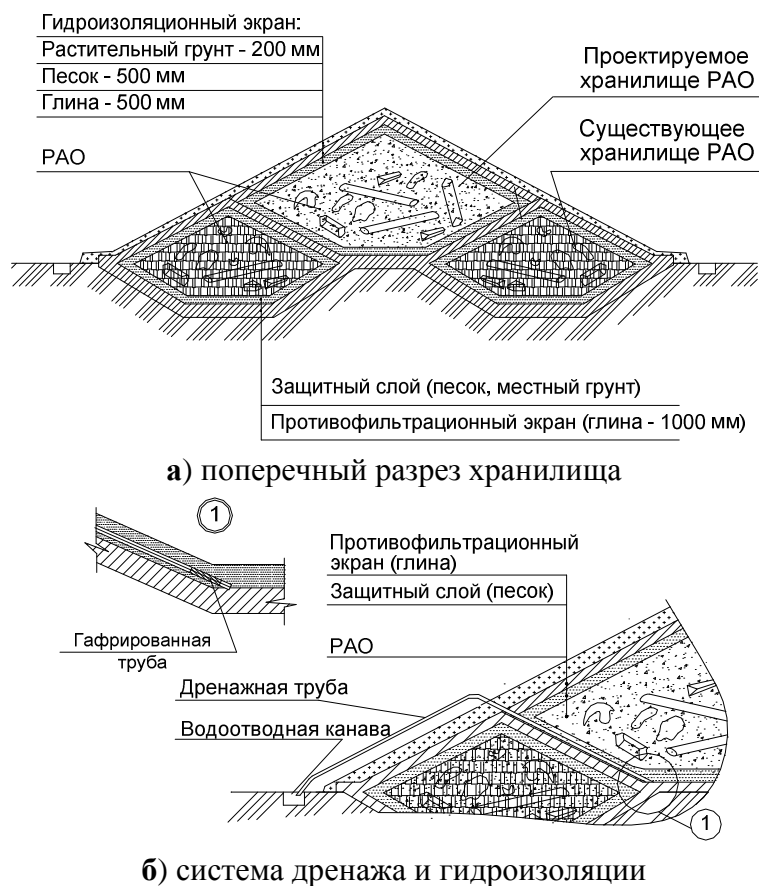


Рис. 3.33. Схема проектируемого хранилища

За счет уклона дна траншеи осуществляется более эффективный вынос атмосферных осадков в дренажную систему, не допуская при этом образования обводненных участков в районе уже складированных РАО. Это обстоятельство существенно, т.к. хранилище будет заполняться продолжительное время.

С целью исключения попадания атмосферных осадков в хранилище в послеэксплуатационный период, сверху уплотненных РАО создается гидроизоляционный экран, который представляет собой многослойный барьер и состоит из слоя глины мощностью 0,5 м; слоя местного грунта (песок или супесь) мощностью 0,5 м; растительного слоя мощностью 0,2 м.

В каждой траншее верхний гидроизоляционный и нижний противодиффузионный экраны соединяются по периметру, создавая вокруг массива РАО цельную герметичную оболочку («замок»), который изолирует их от атмосферных осадков и дренажных вод.

Технологическая схема обращения с РАО на ПЗРО:

- прием РАО включает взвешивание, оформление документов, учет, радиационный контроль;
- транспортировка к месту захоронения и разгрузка РАО;

- захоронение РАО;
- мониторинг ОПС.

Расчеты текущего и потенциального облучения, проведенные в соответствии с требованиями НРБУ-97/Д-2000, показали, что уровень годовой эффективной дозы текущего облучения критической группы населения при нормальном функционировании хранилища до и после истечения нормативного 300-летнего периода не превысит допустимой величины 0,01 мЗв/год.

Систематизируя имеющийся на Украине и за рубежом опыт, можно подразделить приповерхностные хранилища РАО на две подгруппы:

А – располагающиеся выше естественного уровня рельефа (с учетом подготовки площадки: удаления грунтового слоя, подсыпок и т.п.);

Б – размещенные ниже уровня земной поверхности в границах зоны аэрации.

Характеристики распространенных типов хранилищ приведены в табл. 3.17.

Таблица 3.17

Характеристика хранилищ РАО

Тип	Характеристика	Достоинства	Недостатки
А-1	Железобетонные секции на готовом основании на уровне земли с размещением РАО в контейнерах. Многослойный гидроизоляционный бетонный экран от атмосферных осадков. Управляемая система перехвата и отвода инфильтрующихся вод.	Высокая степень изоляции РАО с 5 барьерами на пути миграции РАО. Устойчивость к внешним воздействиям. Пониженные требования к прочности контейнеров. Эффективная система контроля и перехвата мигрирующих с просачивающимися водами РАО. Возможность изъятия контейнеров.	Относительная сложность конструкции секций. Высокая стоимость строительных работ
А-2	Железобетонная плита на подголенном основании на поверхности с размещением РАО в контейнерах. Многослойная гидроизоляция от атмосферных осадков. Отвод инфильтрующихся вод.	Высокая степень изоляции РАО с 3 барьерами на пути миграции РАО. Простота конструкции. Возможность изъятия контейнеров. Система контроля миграции РАО с фильтрующимися водами.	Сложность сооружения. Высокие требования к прочности контейнеров. Высокая стоимость
Б-1	Железобетонные заглубленные емкости, в которых РАО хранится навалом в первичных упаковках (мешках, коробках, ящиках) или без них. Гидроизоляционный экран из плит перекрытия и обваловки из глинистых материалов	Простота конструкции. Простота сооружения. Низкая стоимость загрузки РАО	Сложность создания внутренней безопасности хранилища. Непредсказуемость форм нахождения РАО после консервации хранилища. Сложная, радиационно-опасная технология извлечения РАО. Сложность перехвата РАО вне хранилища

Тип	Характеристика	Достоинства	Недостатки
Б-2	Траншея с покрытием боковых стенок и дна противодиффузионным экраном из глинистых материалов или пленки. Размещение РАО навалом в первичной упаковке (мешки, коробки и др.) или без нее. Гидроизоляция от атмосферных осадков слоем глины.	Простота конструкции и монтажа. Низкая стоимость сооружения хранилища и размещения в нем РАО.	Сложность обеспечения внутренней безопасности РАО. Непредсказуемость форм нахождения РАО после консервации хранилища. Невозможность изъятия РАО из-за перемешивания с перекрывающими грунтами. Сложность перехвата РАО вне хранилища. Отсутствие барьеров на пути их миграции

В табл. 3.18 приведена экспертная оценка рассмотренных типов хранилищ и способов размещения РАО, проведенная по 5 балльной системе с учетом факторов, обеспечивающих безопасность и экономичность хранения РАО. Задача создания хранилища РАО решается методами горных технологий, с сооружением больших котлованов, использованием землеройной техники, укреплении откосов насыпных сооружений, отводом подземных вод. Захоронение РАО в ЦПЗ предполагается в хранилищах (табл. 3.19).

Таблица 3.18

Экспертная оценка конструкций хранилищ РАО

Тип хранилища	Оценка фактора, балл						Сумма баллов
	Устойчивость к внешним воздействиям	Изоляция от подземных вод	Внутренняя безопасность	Подконтрольность хранения	Возможность извлечения отдельной упаковки	Экономичность	
А-1 (ТРО-1)	4	4	3	3	1	1	16
А-2 (ТРО-2)	4	5	4	4	2	3	22
Б-1	2	2	2	2	0	3,5	11,5
Б-2	1	1	1	1	0	5	9

Комплекс должен иметь достаточную внутреннюю безопасность, механическую прочность и устойчивость сооружений минимум на 300 лет. В ЦПЗ предусматривается поступление в первую очередь тех РАО, которые хранятся в настоящее время с нарушениями нормативных требований, а также вновь образующихся отходов в результате деятельности ядерной энергетики, промышленности, научных, медицинских и других учреждений и организаций.

По принятой схеме обращения с РАО в стране поставщиками РАО на ЦПЗ являются следующие предприятия и объекты: ГСП «Комплекс»; объект «Укрытие»; ПО ЧАЭС; УкрГО «Радон»; АЭС Украины. Всего ожидается принять на ЦПЗ для захоронения и хранения около 2,5 млн. м³ твердых РАО, в т.ч. содержащих долгоживущие радионуклиды. Кроме них

в ЦПЗ предусматривается прием на хранение части высокоактивных отходов объекта «Укрытие» и отработанных источников ионизирующего излучения, передаваемых из комбинатов УкрГО «Радон».

Таблица 3.19

Характеристики хранилищ РАО в ЦПЗ

Наименование показателей	Тип хранилища		
	ТРО-1	ТРО-2	ТРО-3
Конструкция	Ж/б плита	Монолитный ж/б модуль	Монолитный ж/б модуль
Длина, м	200,0	195,8	200,4
Ширина, м	29,6	18,0	22,3
Высота, м	7,5	7,5	8,5
Способ захоронения	Контейнер КЗНП 2,1 – 4 яруса КЗНП-6,5 – 3 яруса	Навалом	Контейнер КЗНП-2,1 КНПУ-6,5
Объем РАО, размещаемых в 1 хранилище, м ³	18000	18000	13000
Назначение хранилища	Захоронение НАО и САО с короткоживущими РnН		Хранение НАО и САО с долгоживущими РnН

Реализованные проекты ПСОД вне зоны отчуждения ЧАЭС

Существующие ПСОД по происхождению и конструкциям разделяют на:

- хранилища, сооруженные и законсервированные по разработкам Штаба ГО бывшего СССР, в чрезвычайной аварийной обстановке (1986-89 гг.) без проектной документации, с нарушением требований СПОРО-85 по размещению хранилищ радиоактивных отходов. По конструкции – это траншеи, котлованы или отработанные карьеры, глубиной до 4 м, заполненные отходами дезактивации; поверхность хранилищ спланирована и обвалована защитным экраном;
- хранилища – пункты сбора отходов дезактивации (ПСОД), сооруженные в период после 1992 г., по проектной документации НТЦ КОРО.

При создании новых конструкций ПСОД и, в частности, расчета инженерных барьеров как основного их элемента за базу принимается условие полного распада главных загрязнителей ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr, составляющих основную часть РН в складированных отходах, до безопасных величин за время, необходимое им (РН) для преодоления защитных инженерных барьеров.

Анализ территорий, на которых осуществляется строительство ПСОД, позволил принять глубину залегания уровня грунтовых вод, литологию и связанные с ней фильтрационные характеристики слагающих

основание ПСОД грунтов как основные признаки классификации природных условий.

В конструктивном исполнении основными элементами ПСОД являются:

- чаша, образуемая рытьем котлована (при уровне грунтовых вод более 4 м от его дна) или отсыпкой на спланированной площадке дамб обваловки (при уровне грунтовых вод менее 4 м);
- противofiltrационный экран по дну и внутренним склонам чаши;
- многослойный гидроизоляционный экран, перекрывающий заполненную отходами дезактивации чашу секции и предотвращающий поступление внутрь секции атмосферных осадков.

Гидроизоляционный экран включает в себя (снизу вверх):

- газодренажный слой из крупнозернистого песка (гравия, отсева, щебня) для отвода образующихся при гниении органики газов. Мощность слоя 0,5 м в центре и сходит на нет на периферии. В замке слоя укладывается керамическая дренажная труба. Этот слой выполняет также функции капилляропрерывающего и противоинтрузионного;
- гидроизоляционный слой мощностью 0,5 м из глинистого материала с коэффициентом фильтрации не более 0,003 м/сут, укладываемый послойно и предотвращающий поступление дождевых и талых вод внутрь секции ПСОД;
- дренажный слой (0,3 м) из крупнозернистого песка (отсева, гравия) с коэффициентом фильтрации не менее 5 м/сут для отвода атмосферных осадков с поверхности секции ПСОД, который выполняет также роль капилляропрерывающего и противоинтрузионного слоя. В этот слой выводятся концы газодренажной трубы;
- почвенный слой (0,3 м) создается из снятого ранее грунта при подготовке площадки. Для предотвращения эрозии проводится посев многолетних трав.

Выделены два основных типа секций ПСОД:

- *Тип I* – приповерхностный, для складирования отходов дезактивации в супесях и песках (коэффициент фильтрации более 0,1 м/сут) при уровне грунтовых вод более 4 м относительно подошвы секции. Конструктивно секции ПСОД выполняются в следующем виде:
 - котлован глубиной до 3,5 м;
 - противofiltrационный экран из глины и суглинка;
 - верхний многослойный гидроизоляционный экран.
- *Тип II* – поверхностный, уровень грунтовых вод 1,5-4 м от дневной

поверхности. Основание – пески, супеси, подстилаемые суглинками или глинами. Коэффициент фильтрации более 0,1 м/сут. Конструкция секции ПСОД состоит из:

- чаши, образуемой отсыпкой дамб обваловывания из местного грунта на предварительно спланированной площадке;
- противofильтрационного экрана из глины или суглинка;
- верхнего многослойного гидроизоляционного экрана;
- водоотводной канавы, обеспечивающей сбор стока воды с поверхности секции и предотвращающей аварийный подъем уровня грунтовых вод в период интенсивных атмосферных осадков.

ПСОД являются технически сложными, трудоемкими и дорогостоящими объектами строительства. Такие сооружения следует применять на территориях с неблагоприятными характеристиками подстилающих грунтов и для захоронения вторичных отходов, которые образуются после переработки с целью сокращения объемов захораниваемых отходов и уменьшения площади отводимых земель под строительство ПСОД.

Под термином *«глубинное хранилище радиоактивных отходов»* (ГХ РАО) предлагается понимать комплекс горно-инженерных сооружений шахтного типа длительной эксплуатации (100 лет и более), пройденных в водонепроницаемом массиве кристаллических пород, на верхних горизонтах которого будут расположены хранилища РАО (глубины 700-900 м), а на нижних горизонтах – могильники РАО (глубины 900-1000 м).

Идея глубинного захоронения РАО с целью их полной изоляции от биосферы кажется очевидной и не требует особых доказательств: глубинные могильники создаются в США, Швеции, Канаде, Китае и др. странах.

После Чернобыльской катастрофы геологи Украины в поисках варианта размещения глубинного хранилища РАО обратили свое внимание именно на территорию Чернобыльской зоны отчуждения (ЧЗО). Здесь сосредоточены преобладающие объемы РАО, подлежащие удалению в глубинное хранилище, кроме того – это единственная ненаселенная территория в Украине, где сооружение глубинного хранилища не вызовет того социального протеста, которого следует ожидать в любом другом населенном регионе.

В 1999 г. в рамках международного проекта «Кассиопея», в котором принимали участие и специалисты НТИЦ КОРО, были выделены два перспективных участка, пригодных для сооружения глубинного хранилища: ст. Толстый Лес и водораздел рр. Жерев и Норин. В развитие этого направления поисков перспективных участков в 2005 г. Научно-инженерным центром радиогидрогеоэкологических полигонных исследований НАНУ под руководством академика В.М. Шестопалова

предложены как наиболее перспективные участки Вереснянский и Толстолесовский.

1. Вереснянский участок. Массив гранитов с глубиной залегания кровли 150-250 м (за юго-западной границей ЧЗО, между селами Вересня и Волчков).
2. Толстолесовский участок. Докембрийский массив гранитоидов осницкого и кировоградско-житомирского комплексов с глубиной залегания кровли 300-400 м (запад ЧЗО, водораздел рек Рудявка-Сахан и Рожава, вблизи ж. д. станции Толстый Лес).

НТЦ КОРО предлагает рассматривать на равных *третий вариант* размещения глубинного хранилища, приуроченный непосредственно к строящемуся комплексу производств «Вектор».

3. Площадка КП «Вектор» размером 4×6 км расположена на водоразделе р. Припять и Ужа в 5 км западнее с. Чистоголовка и в 12 км к З-ЮЗ от ЧАЭС.

Условия по геологическим критериям безопасности (гидрогеологическим, тектоническим, сейсмическим, геохимическим) на всех трех участках являются сходными, и оценить их можно, в целом, как приемлемые для сооружения глубинного хранилища. Основное отличие участков заключается в разной глубине залегания кровли массива кристаллических пород, которая изменяется в среднем от 200 м на Вереснянском участке до 400 м на Толстолесовском участке и, возможно, до 500 м на участке «Вектор» (рис. 3.34).

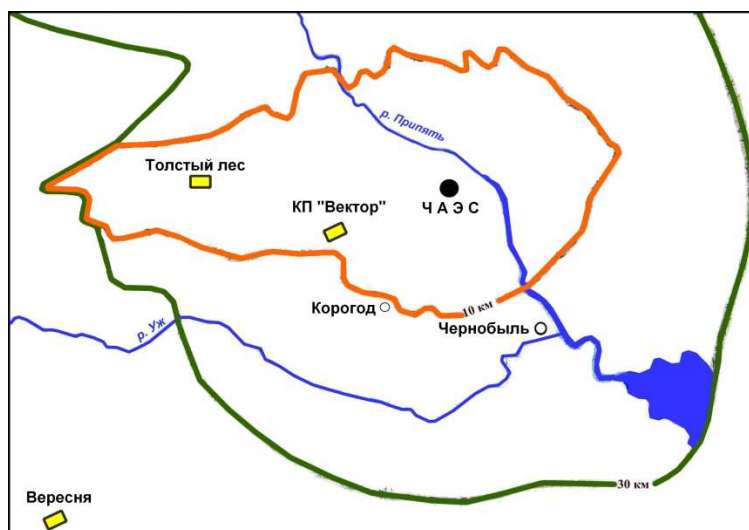


Рис. 3.34. Схема расположения участков предполагаемого размещения ГХ РАО

Поскольку оптимальными глубинами для размещения РАО следует считать интервал глубин 700-1000 м, этот критерий выбора – глубина залегания кровли – не должен быть ведущим. На глубине 700-1000 м хранилище РАО будет в равной степени безопасно во всех трех вариантах размещения глубинного хранилища.

Опыт практической работы в урановых и железорудных шахтах на глубинах от 300 м до 1500 м позволяет утверждать, что уже на глубине в 100 м от кровли кристаллического массива типа докембрийских мигматитов, кировоградско-житомирских калиевых гранитоидов и гранитов-рапакиви в скальных породах трещиноватость практически отсутствует.

Горные выработки, пройденные в гранитоидах на глубине 300 м, не отличаются по устойчивости от выработок, пройденных на глубине 1100 м: в обоих случаях выработки отлично «стоят» 30-40 лет в абсолютно сухом состоянии и без каких-либо видимых изменений стенок и потолочины.

Исходя из этого, главной инженерной задачей при строительстве глубинного хранилища РАО, независимо от выбранного места его расположения, является обеспечение надежной гидроизоляции ствола шахты до его вхождения в массив безводных гранитоидов.

Планируемые эксплуатационные горизонты ГХ: 700 м, 730 м, 760 м, 790 м, 820 м, 850 м, 880 м, 910 м, 940 м, 970 м и 1000 м. Проходку и разведочное развитие горизонта от ствола следует начинать с самого нижнего этажа, вовлекая в разведку и эксплуатацию новые горизонты по мере производственной необходимости.

На первый план в условиях выбора среди трех примерно равных участков-претендентов выступает экономическая составляющая как стоимости собственно сооружения хранилища, так и стоимости всего периода его длительной эксплуатации. Преимущества площадки КП «Вектор» представляются очевидными и заслуживающими внимания специалистов и экспертов:

Оптимальными условиями для размещения глубинного хранилища РАО в Украине являются:

1. Наличие массива непроницаемых пород на глубине 500-1000 м;
2. Принадлежность к ближней (10 км) зоне ЧАЭС;
3. Расположение устья шахты на водораздельной части рельефа;
4. Минимальный путь транспортирования от ЧАЭС.

Накопление средств, достаточных для сооружения в Украине ГХ, может растянуться на многие годы, что может поставить под сомнение актуальность принятия и государственной программы создания ГХ. Единственным выходом из такой ситуации представляется развитие сотрудничества с европейскими структурами, призванными решать аналогичные задачи.

Наиболее подходящей территорией для размещения глубинного хранилища РАО в Украине является 10-км зона отчуждения ЧАЭС.

На этой территории государством уже создается уникальный комплекс производств по сортировке, сжиганию, компактированию, хранению и приповерхностному захоронению РАО – КП «Вектор».

В силу естественно-природных условий геологический массив гранитоидов-рапакиви под ЧАЭС и, особенно, западнее станции, является вполне пригодным для создания в недрах под площадкой КП «Вектор» полноценного глубинного хранилища и могильника для ВАО и долгоживущих РАО.

Выполнение статьи 17 Закона Украины об обращении с РАО и Государственной программы обращения с РАО требует обязательного захоронения ВАО и ДС РАО в стабильных геологических формациях, к которым в полной мере принадлежит глубинный массив гранитоидов Зоны отчуждения ЧАЭС.

При демонтаже ряда графитовых реакторов промышленного и энергетического назначения, выработавших свой ресурс, возникает проблема обращения с большим (1-2 тыс. т с каждого реактора) количеством отходов отработавшего графита [3].

Одним из видов отходов являются так называемы «просыпи» – графит, загрязненный целым рядом радионуклидов, среди которых могут быть ^{14}C , фрагменты топливной композиции (уран, плутоний и др. трансурановые элементы), осколки деления ядерного топлива, попавшие в кладку реактора в результате различных происшествий, связанных с разгерметизацией ТВЭЛов.

Одним из возможных способов кондиционирования такого графита является переработка его в карбидооксидную матрицу в режиме самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС).

В основе метода лежит экзотермическая реакция:



Процесс осуществляется следующим образом: измельченные отходы графита смешиваются с порошкообразными Al и TiO_2 , полученную шихту загружают в тигель-контейнер с внутренней теплоизоляцией. Затем в шихте с помощью внешнего теплового импульса возбуждают процесс СВС. После прохождения реакции во всем объеме шихты и остывания формируется цельный матричный блок, структурообразующими фазами которого являются TiC и Al_2O_3 .

Процесс характеризуется следующими параметрами: скорость распространения волны горения – порядка нескольких мм/с, $T_{\text{макс}}$ во фронте горения 2000-2300°C, аэрозольный унос компонентов шихты 0,02-0,1% масс. Установлено, что физические свойства конечного продукта СВС-процесса зависят от состава шихты и дисперсности ее компонентов. Механическая прочность на сжатие – до 40 МПа, плотность – до 2,2 г/см³, открытая пористость – 50%.

Для изучения поведения радионуклидов в ходе процесса СВС и состояния в конечном продукте использовали графит, загрязненный растворами нитратов цезия-137 и стронция-90. Для моделирования

поведения ядерного топлива в шихту вводили природный уран (в виде U_3O_8). Унос радионуклидов с аэрозольной фазой составил 3-9% (от изначально введенного их количества) для цезия и стронция введенного их количества) для цезия и стронция, и порядка тысячных долей % для урана.

Проведено исследование структуры и свойств карбидооксидных матриц конечных продуктов СВС-процесса, полученных при различных вариациях составов шихты. Определены добавки к исходной шихте, обеспечивающие снижение уноса радионуклидов в ходе СВС-процесса и улучшение водоустойчивости конечного продукта.

Проблему захоронения РАО решают во всех странах, использующих ядерную энергию. Однако пока еще не разработаны методы, гарантирующие целостность хранилищ на протяжении сотен тысяч лет. В настоящее время захоронение РАО в стабильных геологических формациях – единственная реально осуществимая технология изоляции этих опасных материалов от биосферы.

Поэтому выбор участка с геологической средой, способной гарантировать долгосрочную изоляцию радионуклидов, является ключевым моментом обеспечения безопасности будущего могильника. В такой сложной системе, как могильник, загрязнение ОПС может оказаться следствием длинных цепочек событий и процессов, причем факторами, инициирующими всю цепочку, выступают не только существующие геологические условия, но и техногенные причины.

При подземной изоляции РАО основной технологической нагрузкой является тепловыделение, которое ухудшает прочностные и меняет фильтрационные характеристики массива пород, существенно влияет на размеры и конструктивные особенности захоронения. Мероприятия по снижению температуры в могильнике требуют дополнительных материальных затрат.

В этой ситуации использование геологической среды, способной эффективно отводить избыточное тепло за счет особых теплофизических свойств может быть возможным решением проблемы. Из горных пород наибольшей теплопроводностью отличается каменная соль. Это свойство каменной соли взято за основу в работе [4].

К преимуществам каменной соли как среды захоронения РАО относятся:

- низкая пористость и проницаемость;
- оптимальные гидрогеологические условия (отсутствие циркуляции воды в теле соляного купола);
- пластичность, которая при действующем под землей давлении препятствует образованию трещин и расселин;
- стабильность, о чем свидетельствует возраст эвапоритовых месторождений;
- широкая распространенность месторождений каменной соли.

К настоящему времени немалую долю среди РАО занимают отходы в виде загрязненных радионуклидами грунтов. Эти РАО отличаются непостоянством химического и радионуклидного состава, а также многокомпонентностью, могут содержать фрагменты строительных материалов, металл, органическую составляющую и проч.

Термохимический метод для переработки таких РАО предложен как альтернативный способ, когда известные методы оказываются малоэффективными или неприменимы. Он основан на использовании энергии экзотермических окислительно-восстановительных смесей (ОВС), состоящих из компонентов восстановителей и окислителей [5].

Способ заключается в следующем. РАО смешивают с компонентами ОВС и загружают в тигель-контейнер. В смеси, посредством теплового импульса, инициируют окислительно-восстановительные реакции, в результате которых происходит выделение тепла, достаточного для получения расплава из всех компонентов смеси.

После завершения реакций происходит охлаждение расплава до получения устойчивого монолитного продукта. Все компоненты реакционных смесей находятся в твердом порошкообразном состоянии, включая и радиоактивные отходы. Полнота прохождения термохимического процесса в реакционных смесях зависит от степени дисперсности компонентов, от присутствия органических примесей, а также от других факторов. Процесс реализуется в тигле, который, в последующем, служит контейнером для длительного хранения конечного продукта переработки.

Ликвидация хранилищ РАО с очисткой загрязненных грунтов и последующей рекультивацией местности является в настоящее время актуальной проблемой. Авторами [5,6] разработана технология, позволяющая решить эту проблему путем переработки загрязненного грунта. Его очистку проводят методом гравитационного разделения и оценивается по коэффициенту дезактивации и по уровню остаточной активности грунта. Твердые РАО, получаемые после очистки, направляют на захоронение.

В технологии предусмотрены следующие этапы:

1. Равномерная подача грунта с системой пылеподавления,
2. Получение однородной почвенной суспензии путем дезинтеграции и отделения крупной фракции,
3. Сепарация суспензии, позволяющая получить:
 - очищенные песковые фракции (крупностью более 0.1 мм),
 - мелкодисперсные минеральные, органические и органоминеральные фракции, содержащие 0,5-2,5% твердого, подаваемые на сгущение и фильтрацию,
4. Сгущение и обезвоживание суспензии, содержащей мелкодисперсные высокоактивные фракции, а также выделение

оборотной воды из продуктов сепарации для повторного использования.

5. Удаление обезвоженного продукта, содержащего радионуклиды в сертифицированные контейнеры.

Все работы организованы таким образом, чтобы исключить пыление, пролив активных растворов и образование радиоактивных аэрозолей. Технология дезактивации почв, загрязненных радиоактивными веществами, разработанная во ВНИИНМ (РФ), позволяет выделить из почв загрязненную фракцию и вернуть в природохозяйственную деятельность до 90% грунта.

Литература к подразделу 3.2

1. Касимов А.М., Семенов В.Т., Романовский А.А. Промышленные отходы. Проблемы и решения. Технологии и оборудование. – Х.: ХНАГХ. 2007. 412 с.
2. Мазилев А.В., Сосипатров М.В., Колосенко В.В. Современные представления о причинах аварии на ЧАЭС и послеаварийное обследование реактора. Доклад. Национальный научный центр «Харьковский физико-технический институт». – Х.: 2008.
3. Юрченко А.Ю., Карлина О.К., Павлова Г.Ю. Исследование возможности переработки просыпей облученного графита в режиме самораспространяющегося высокотемпературного синтеза. Сборн. тез. докл. III Всеросс. научн. Конф. по фундаментальным проблемам радиохимии и атомной энергетики. – Н. Новгород. 2004. С. 39.
4. Киреева О.А. Геоэкологические аспекты захоронения радиоактивных отходов в соляных куполах. Сборн. тез. докл. III Всеросс. научн. Конф. по фундаментальным проблемам радиохимии и атомной энергетики. – Н. Новгород. 2004. С. 52.
5. Осташкина Е.Е., Варлакова Г.А., Карлина О.К. Термохимическая переработка загрязненных радионуклидами грунтов. Влияние физических характеристик грунта на параметры процесса. Сборн. тез. докл. III Всеросс. научн. Конф. по фундаментальным проблемам радиохимии и атомной энергетики. – Н. Новгород. 2004. С. 65.
6. Чеботарев А.С. Технология дезактивации почв, загрязненных радиоактивными веществами. Сборн. тез. докл. III Всеросс. научн. Конф. по фундаментальным проблемам радиохимии и атомной энергетики. – Н. Новгород. 2004. С. 78.

РАЗДЕЛ 4

ГОРНОДОБЫВАЮЩИЙ КОМПЛЕКС. ОБРАЗОВАНИЕ, ПЕРЕРАБОТКА, УТИЛИЗАЦИЯ И СКЛАДИРОВАНИЕ ОТХОДОВ

Охрана ОПС стала в последние годы приоритетным направлением естественнонаучных, философских, экономических, юридических исследований, технических и технологических разработок. Природная среда подразделяется на специфические среды: биологическую, геологическую, антропогенную (техногенную), гидрографическую, атмосферную и др., влияние которых друг на друга и природу в целом не нуждается в комментариях. Несмотря на важность общего состояния ОПС, определяющим является состояние отдельных специфических сред, поскольку их влияние на ОПС неодинаково.

Может показаться, что геологическая среда относится к отдаленным факторам воздействия на окружающую человека природу. Однако такой вывод был бы ошибочным, т.к. мощность (глубина) геологической среды измеряется от земной поверхности до глубин проникновения человека в недра, т.е. на глубину геофизических исследований.

Естественно предположить, что более сильным непосредственным воздействием на природу обладают приповерхностные факторы, но это будет неверно, т.к. природные явления геологического происхождения характеризуются глобальностью процессов и всеобъемлющим спектром взаимодействия с остальными природными факторами.

Влияние геологической среды на другие сферы ОПС проявляется в виде землетрясений, оползне- и оврагообразования, неотектонических и горообразовательных процессов. Добыча из земных недр полезных ископаемых, их обогащение и переработка, накопление образующихся при этом ПО приводят к глобальному загрязнению ОПС, накоплению на земной поверхности гигантских объемов отходов, изменяющих ландшафты, уничтожающих плодородный слой почвы, загрязняющих поверхностные и грунтовые воды и т.д.

Современный экономический рост в Российской Федерации сопровождается развитием многих отраслей промышленности, в том числе строительной, химической, пищевой, деревообрабатывающей и др.

Средний рудник сбрасывает на рельеф около 1000 м³/ч сточных вод с высокой степенью минерализации. В целом горные предприятия РФ по добыче черных и цветных металлов извлекают на поверхность более 1,3 млрд. м³ загрязненных сточных вод в год. Потребляется предприятиями цветной металлургии около 1,2 млн. м³/год пресной воды.

В РФ в 1996 г. загрязнение воды в объеме 625,6 млн. м³ сбрасывали 257 предприятий угольной отрасли. Хотя в этой отрасли функционирует

около 400 очистных сооружений, предприятия сбрасывают в поверхностные водоемы в среднем около 81% загрязненных и требующих очистки сточных вод. Горная промышленность является существенным ускорителем процесса обмена газообразными продуктами техногенной деятельности и недрами планеты, так как в процессе добычи минерального сырья реализуются технологии, связанные с освобождением огромных масс газов (как природных, так и техногенных).

При добыче угля на шахтах СНГ выделяется до 15 млрд. м³/год метана, по шахтам России — около 7,5 млрд. м³/год, с одновременным выделением свыше 20 млрд. м³/год углекислого газа.. В результате содержание метана в атмосфере увеличивается на 1% в год, что создает дисбаланс между объемами его выделения и разрушения. С экологической точки зрения большую тревогу вызывают и такие газовые отходы технологического производства, как сернистый газ и другие соединения серы, оксиды углерода и азота, составляющие в сумме свыше 1 млрд.т/год.

При проветривании рудников в атмосферу попадают взвешенные частицы пыли размером менее 2 мкм, доля которых достигает 50%. На 1 м³ добытой руды приходится 0,2 кг пыли и 40 дм³ условного диоксида углерода. Интенсивность выпадения пыли достигает фоновых величин только на расстоянии 3-10 км от источника. Угольная промышленность РФ выбрасывает в атмосферу 593-600 тыс. т/год вредных веществ.

В различных геологических, географических, экономических и др. ситуациях воздействие на геологическую среду оказывают различные факторы, но чаще всего — их совокупность. Производственная деятельность человека на территории Украины, особенно интенсивная со второй половины XX в. и в начале текущего, способствует созданию техногенного загрязнения, для которого характерно:

- скопление массы разнообразных ПО в районах активной горнорудной, химико-металлургической, строительной, угледобывающей деятельности;
- размещение ПО с определенной неравномерностью. В крупных промышленных центрах, горнорудных и углепромышленных районах накоплены значительные количества вскрышных, вмещающих, шахтных пород, металлургических и энергетических шлаков, отходов обогащения (Кривбасс, Донбасс, Днепродзержинск, Запорожье, Днепропетровск, Кременчуг, Львовско-Волынский бассейн и др.), что иллюстрируется картой техногенной нагрузки на территорию Украины (*рис. 4.1*) [1];
- сочетание нескольких типов техногенного воздействия, что приводит к усложнению экологической обстановки в промышленных центрах (оползни в Черновцах, Днепропетровске, Киеве, газовые выбросы в Донбассе, провалы и проседания земной поверхности в Енакиеве и др. городах Донбасса);

- постоянное негативное влияние техногенеза на здоровье людей, в первую очередь, в наиболее техногенно напряженных населенных пунктах и районах, и вообще по всей территории Украины и сопредельных стран вследствие переноса загрязняющих веществ ветром и водой [4-13];
- концентрирование вредных и полезных химических элементов (в т.ч. металлов) в ПО и участие их в негативном воздействии на природу и человека.

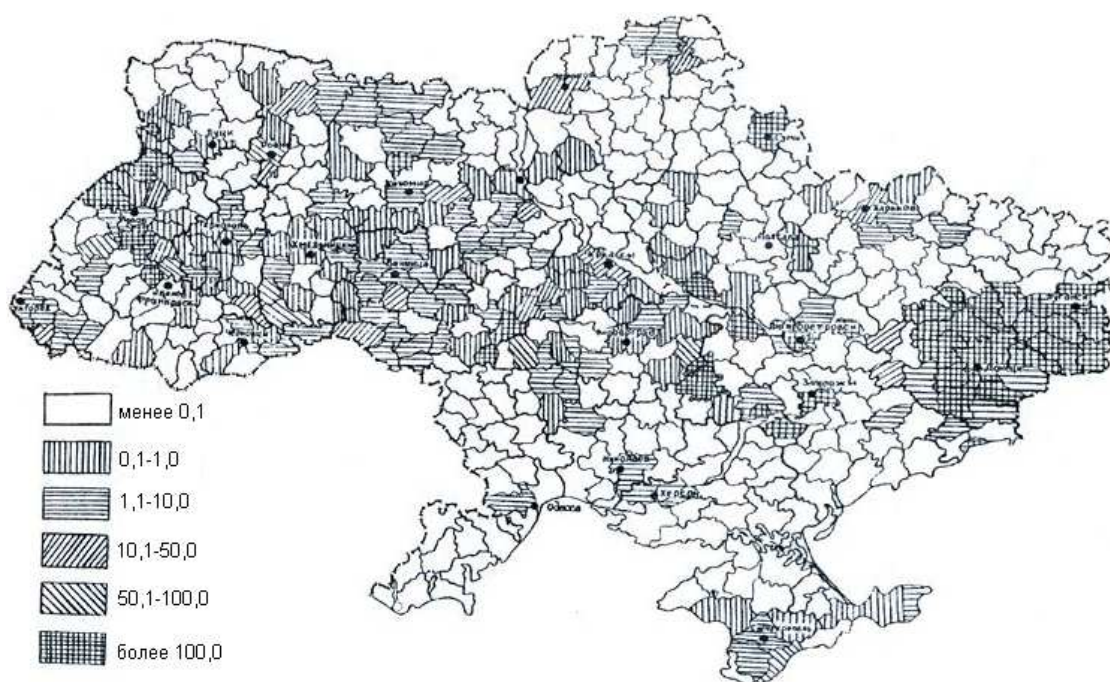


Рис. 4.1. Уровень техногенной нагрузки на территорию Украины, тыс.т/км²

Стабильное развитие и устойчивость экономики государства во многом определяются состоянием его минерально-сырьевой базы. На территории Украины и других стран СНГ размещены огромные техногенные запасы ценного металлосодержащего сырья [1-4], представляющие собой крупнотоннажные отходы горнодобывающего комплекса, черной и цветной металлургии, химической промышленности, энергетического комплекса.

Эти месторождения могут обеспечить потребности промышленного производства в таких дорогостоящих и дефицитных для Украины элементах, как ванадий, скандий, цинк и свинец с параллельной утилизацией железа, кальция, магния и алюминия.

Исследованиями установлено, что в промышленных отходах отдельных предприятий накапливаются в повышенных и даже высоких концентрациях многие ценные компоненты, которые представляют практический интерес. Извлечение этих компонентов может иметь стратегическое значение, поскольку природные источники их получения на Украине отсутствуют.

Кроме того, многие виды промышленных отходов давно зарекомендовали себя прекрасным техногенным минеральным сырьем для производства строительных и композитных материалов, химических удобрений, других продуктов, отдельных видов топлива [1-4, 14-19].

Разведанные скопления техногенного минерального сырья с установлением его запасов и утверждением их в надлежащем порядке относятся уже к категории техногенных месторождений полезных ископаемых и учитываются соответствующим государственным балансом.

Вследствие характерных отличий, присущих ПО, техногенным минеральным ресурсам и техногенным месторождениям полезных ископаемых, различается правовое поле этих субъектов. ПО создаются в процессе производственной деятельности конкретных предприятий, накапливаются в местах складирования и принимают активное участие в негативном воздействии на ОПС и здоровье человека.

Отходы принадлежат тому предприятию, которое их создает. За ухудшение экологической обстановки это предприятие несет правовую и финансовую ответственность посредством выплаты налогов, штрафов, оплаты занятой отходами земли, а также некоторых правовых санкций, определенных законодательством Украины.

Техногенные минерально-сырьевые ресурсы, представляющие определенную общественно-государственную ценность, требуют специального геолого-экономического и технологического изучения. После установления практической ценности изученной части техногенных минеральных ресурсов на объекте необходимо выполнить детальные геологоразведочные работы по оценке техногенного месторождения, а после утверждения запасов сырья на этом месторождении оно вносится в государственный фонд месторождений. Движение запасов в его пределах фиксируется ежегодно государственным балансом месторождений.

Специальное изучение техногенных минеральных ресурсов и последующие геологоразведочные работы разрешаются к выполнению на основании лицензий, выданных Государственным Комитетом Украины по геологии и использованию недр.

Техногенное месторождение полезных ископаемых, согласно Кодексу Украины «О недрах», является государственной собственностью и не облагается налогами и штрафами. Перевод ПО в техногенное минеральное сырье, а затем в техногенное месторождение выгодно предприятиям-создателям ПО, поскольку при этом:

- снижается сумма финансового обложения скоплений отходов;
- создается дополнительная официальная минерально-сырьевая база этих предприятий;
- появляется возможность получения дополнительных источников прибыли за счет разработки техногенных ресурсов непрофильного типа;

– решаются частные экологические задачи предприятия, города, региона.

Предоставление недр в пользование осуществляется на условиях взимания платы за использование недр, которая определяется на основе законодательных, правовых, инструктивных документов и обосновывается соответствующими расчетами.

Размещение предприятий, жилых зданий и производственных сооружений в зонах сейсмической, оползневой, карстовой и т.п. опасности без соблюдения мер узаконенной предосторожности следует рассматривать как злостное нарушение конституционных и законодательных норм и гражданских прав населения.

Поэтому в тех случаях, когда вследствие землетрясений, оползней, карстовых провалов и других природных процессов разрушаются здания, нарушаются коммуникации и создаются опасные условия для жизнедеятельности людей, виновными являются отнюдь не природа и геологическая среда, а нарушители строительных норм и правил, проектировщики, а также геологи, неверно оценившие геологическую обстановку на конкретном объекте.

Указанные субъекты должны нести предусмотренную законом ответственность за неправильное размещение объектов строительства и коммуникаций. Важное значение придается лицензионным разрешениям на производство работ, не связанных с добычей полезных ископаемых.

Именно при их оформлении и выдаче должны быть учтены все геологические, геоморфологические, неотектонические, сейсмические и др. особенности конкретной местности и конкретного объекта. К сожалению, лицензирование стало нормой только в последние годы, поэтому многие ранее построенные сооружения, в том числе атомные электростанции, заводы и жилые дома, представляют собою объекты повышенного риска.

Следует рассмотреть вопросы о засыпке и забутовке отработанных горных выработок, в первую очередь подземных, поскольку поверхностные горные выработки на территории Украины успешно засыпаются вскрышными и вмещающими породами с последующей рекультивацией местности.

Подземные выработки на Украине, а также в Российской Федерации, других странах СНГ заполняются пустой породой в ограниченных объемах, вследствие отсутствия опыта этих работ, технических и экономических трудностей. В США, Германии, Японии, Франции и др. засыпка и забутовка подземных горных выработок давно стала обычным технологическим процессом, в результате чего объем накопленных на поверхности земли горнопромышленных отходов незначительно и не превышает объемов текущего выхода.

Экономико-правовые особенности засыпки и забутовки горных выработок на Украине не разработаны, поэтому процесс протекает медленно, хотя определенные рекомендации и были высказаны ранее.

Вопросы комплексного и эффективного использования недр, актуальность которых постоянно возрастает, находят свое отображение в рациональном использовании недр и их охране (мониторинге). Практически это выражается в осуществлении утилизации (в т.ч. переработке) ПО, их геолого-экономической оценке и геологической разведке перспективных объектов с утверждением запасов техногенных минеральных ресурсов.

Эколого-правовые аспекты изучения и освоения геологической среды, в т.ч. рационального использования недр, требуют более пристального внимания не только геологов и правоведов, но и государственных структур. Законодательство Украины регламентирует главные процессы, связанные с использованием недр, но многие вопросы более мелкого характера еще не получили правовой оценки и соответствующего подтверждения на законодательном уровне.

Общие запасы вскрышных пород на территории Донецко-Приднепровского и Центрально-Черноземного регионов Украины в конце XX в. составляли около 27 млрд. т. Для производства строительного щебня пригодны обширная гамма скальных пород: песчаники, мраморизованные известняки, метаморфические сланцы, гнейсы и магматиты. Производство извести, известковой и доломитовой муки может осуществляться на базе карбонатных вскрышных пород практически всех железорудных месторождений этих районов [4, 14-19].

Основное сырье для цементной промышленности – мел, мергель, глины, суглинки, известняки также входят в состав вскрышных пород этих регионов. Кроме того они могут служить сырьем для производства силикатных и керамических стеновых материалов, керамических дренажных труб, пористого бетона и т.п. изделий и материалов. Отходы обогащения железных руд с успехом применяются в виде песка и щебня для строительных нужд, в т.ч. для изготовления силикатного кирпича.

Эти ПО применяют при производстве цемента и в качестве заполнителей для твердеющей закладки подземных горных выработок. Производство стройматериалов из ПО горнодобывающего комплекса существенно дешевле, чем из специально добываемого первичного нерудного сырья. Удельные капитальные вложения на производство щебня и песка из ПО и себестоимость производства соответственно в 1,7 и 1,9 раза ниже, чем из первичного сырья, извести – в 1,4 и 1,7 раза ниже, силикатного кирпича – в 1,2 и 1,5 раза ниже, изделий из ячеистого бетона – в 1,9 и 2,4 раза ниже.

В карьерах бассейна Никопольского марганцевого месторождения (Украина) находится более 10 млрд. т песчано-глинистых пород. Часть

вскрышных пород пригодна для производства щебня, глины – потенциальное сырье для производства дренажных труб, мергели, известняки и глины – сырье для получения цемента. Небольшая доля песков используется для дорожного строительства.

Скальные породы – известняки, мрамор – пригодны для получения щебня, известковой муки и извести, мраморной крошки, карбонатный песок. Глины и суглинки – для производства цемента и керамзита. Себестоимость указанных материалов из отходов на 20-255 ниже, чем из первичного нерудного сырья.

Технологическая схема мельничного приготовления закладочных смесей при производстве закладочных работ в шахтах, разработанная во ВНИИцветмете Республики Казахстан, приведена на *рис. 4.2*. Новый процесс позволяет утилизировать ПО горнометаллургических производств; снизить расходы цемента на 10-20%; повысить качество закладочной смеси. Технология внедрена на Жезкентском, Зыряновском горно-обогатительных предприятиях. Процесс защищен патентами.

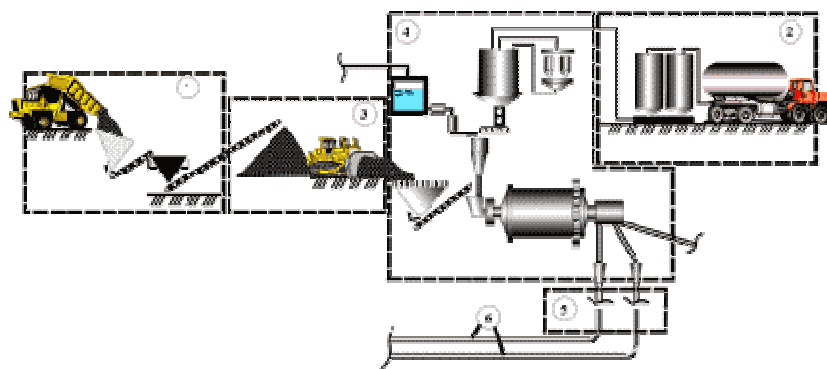


Рис. 4.2. Технология мельничного приготовления закладочных смесей

- 1 – дробильное отделение; 2 – склад цемента; 3 – склад инертного заполнителя;
4 – помольно-смесительное отделение; 5 – технологические скважины;
6 – магистральный трубопровод

Пилотная установка для испытаний технологий переработки различного сырья изготовлена в Японии в рамках Проекта японско-казахстанского научно-технического сотрудничества в области разработки экологически чистой высокоэффективной технологии переработки забалансовых руд и хвостов обогащения полиметаллических руд.

Технологии, созданные совместными исследованиями ВНИИцветмета, Организации развития новых видов энергии и промышленных технологий и Металлорудного агентства Японии, компании "Mitsui Mining and Smelting Co.", отработаны на этой установке и рекомендованы к внедрению (*рис. 4.3*).

Установка оснащена программным обеспечением, средствами автоматизации и другим вспомогательным оборудованием. На ней могут быть осуществлены все основные обогатительные и

гидрометаллургические процессы переработки минерального сырья различного состава.



Отделение экстракции и электролиза



Отделение извлечения благородных металлов



Отделение дробления и измельчения



Отделение выщелачивания



Отделение флотации



Отделение очистки сточных вод

Рис. 4.3. Пилотная установка переработки забалансовых руд и хвостов обогащения полиметаллических руд

Отходы угольной промышленности

В табл. 4.1 приведена геолого-экономическая характеристика тех металлов, содержание которых в золе углей 86 шахтных полей Луганской области превышает кондиционные.

В отходах обогащения 17 фабрик Луганской области, перерабатывающих угли марок Д-А, установлены промышленные концентрации Ti, Li, Sc и Zr. В отдельных пробах такие количества обнаружены для Yb, Y и Sr. В то же время это значительно меньше, чем в золе углей. Из промышленных металлов наиболее распространен титан [4, 14-19]. Его среднее промышленное содержание изменяется в пределах 7516 – 9087 г/т. Он выявлен в отвалах 10 фабрик, перерабатывающих угли разных марок. Литий отмечен в отвалах 5 фабрик, перерабатывающих антрациты. Среднее промышленное содержание элемента колеблется от 211,4 до 266,8 г/т. Среднее промышленное содержание скандия составляет 61,7 – 79,4 г/т.

Таблица 4.1

Геолого-экономические показатели полезных элементов в золе углей

Элемент	Минимальное промышленное содержание, г/т	Принятое среднее содержание, г/т	Прогнозные запасы, т	Стоимость, \$/т
Висмут	5	8,5-13,8	16050	-
Медь	500	553-602	59121	2000
Сурьма	150	183,3	1466	-
Цинк	2000	4355,6	34844	750
Кобальт	100	104-222	43842	55000
Молибден	30	40-74	34549	10000 – 12000
Ванадий	500	531-887	51845	2000 – 10000
Титан	7500	7750 – 10000	1384321	3500
Серебро	5	7,2-18,8	969	300000
Литий	175	215-735	383417	50000
Бериллий	20	25,7-72,3	8124,	150000 – 20000
Иттрий	75	123,6-251,4	13449	10000
Иттербий	7,5	9,8-30,9	13744	10000
Цирконий	600	637-786	13871	-
Скандий	50	74,2-90,4	18726	1000000
Галлий	100	111,8-200,6	23180	500000

Такие количества отмечены на 2 фабриках, перерабатывающих антрациты, и на фабрике, перерабатывающей газовые угли. Цирконий в промышленных концентрациях установлен в отвалах обогатительной фабрики, работающей на газовых углях. В этих отходах отмечено промышленное содержание также титана и скандия. Как показывает сравнение, промышленное содержание металлов в отвалах обогатительных фабрик ниже, чем в золе углей.

Во всех промышленных регионах происходит формирование техногенных барьеров с глубиной 5-10 см в черноземах и 30-40 см в солонцах и солонцеватых почвах. Складируемый почвенный горизонт у открытых горных выработок для последующего использования и рекультивации всегда подвергается усиленной водно-ветровой эрозии. Для ее предотвращения необходимо дернование склонов отвалов и терриконов «рулонной дерниной», растительные насаждения или покрытие склонов терриконов и отвалов пленкообразующими суспензиями и растворами.

В Донбассе, Львовско-Волинском бассейне, на территории Центральной Украины в горящих и потухших терриконах угольных шахт накоплено более 2,1 млрд. м³ горелых горных пород, представленных, %: аргиллитами – 28-32; алевролитами – 30-34; песчаниками – 22-24; известняками – 16-18; горючими углистыми компонентами 2-3,5%.

Протекающие в горящих отвалах физико-химические процессы

приводят к интенсивному выделению токсичных газообразных продуктов. Государственная горная Академия (г. Днепропетровск) разработала ряд технологий получения для стройиндустрии вяжущих и искусственных каменных материалов на основе горелых пород шахтных терриконов.

На *рис. 4.4* приведена одна из схем технологии переработки угольных шламов.

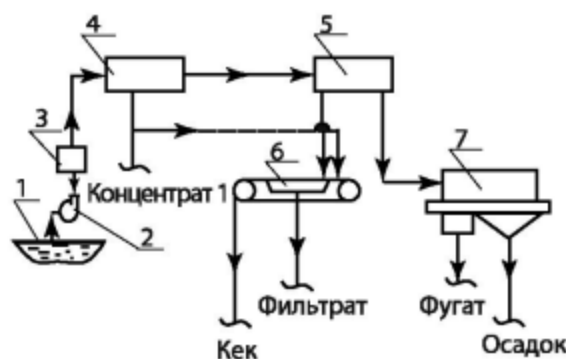


Рис. 4.4. Схема технологии переработки угольных шламов из ШН

1 – шламонаконитель; 2 – земснаряд; 3 – подготовительные операции;
4 – гравитационное обогащение; 5 – флотомашина; 6 – вакуум-фильтр; 7 – центрифуга.

Направления использования отходов угледобычи:

- для стабилизации подземного пространства (закладка породы в выработанное пространство);
- отбор угольной мелочи;
- производство строительных материалов;
- извлечение редкоземельных элементов.

Имеющиеся данные о петрографическом составе и геохимических особенностях отвалов в г. Ровеньки, Луганской области (повышенные содержания широкого спектра элементов, включая германий, висмут, ниобий и др.), позволяет рассматривать отвальные породы в качестве потенциального сырья для производства следующих видов продукции:

- концентратов ТМ, необходимых для производства ферросплавов, лигатур, полупроводниковой и другой продукции для высоких технологий;
- высококачественных строительных материалов, в первую очередь для дорожного строительства.

Часть отвальных пород может быть использована для закладки выработанного пространства в шахтах, чем можно решить проблемы проседания земной поверхности и удаления отвалов. Выбор приоритетных направлений развития перерабатывающей отрасли определяется после детального изучения свойств пород в разных отвалах и экономического обоснования возможных вариантов.

Реализация такого подхода к реструктуризации угледобывающей отрасли, способствующего экономическому, экологическому и

социальному развитию региона, требует изменения отношения к породным отвалам, оценки их как сырьевых запасов и принятия новых управленческих решений на разных уровнях, включая государственный.

На *рис. 4.5* приведена динамика использования ПО на территории Луганской области, на *рис. 4.6-4.8* – фотографии крупных терриконов пустой породы и карьера на одном из горнодобывающих предприятий Украины. Сложные экологические условия складываются в Донбассе и, в частности, в г. Ровеньки, Луганской области, являющемся одним из центров с развитой угольной промышленностью и высокой плотностью населения.

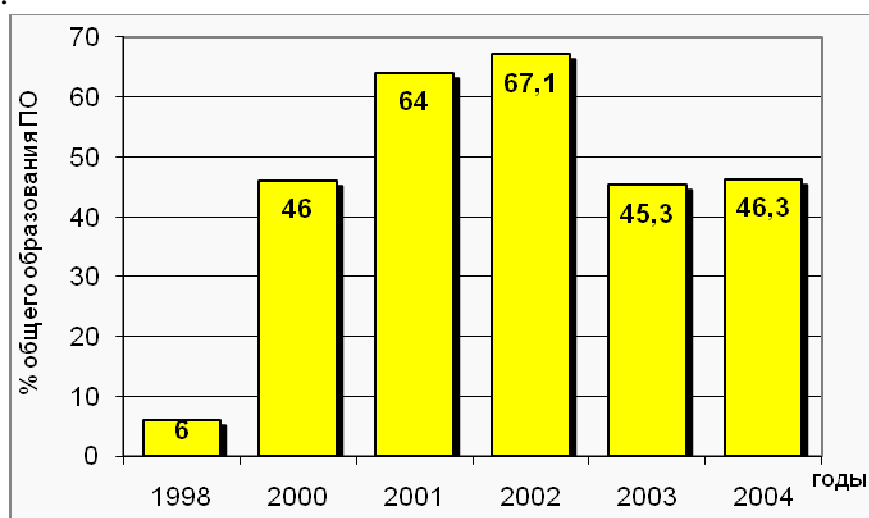


Рис. 4.5. Динамика использования ПО на территории Луганской области

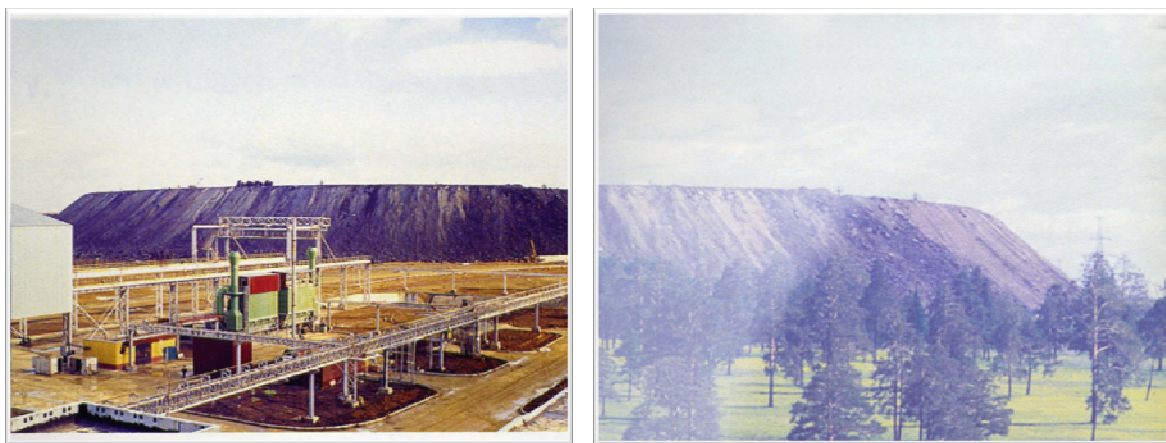


Рис. 4.6. Крупные отвалы пустой породы горнодобывающего предприятия Украины

Здесь продолжают работать угольные шахты, входящие в объединение «Ровенькиантрацит», деятельность которых вызывает крупномасштабные негативные воздействия на ОПС. Шахты прекращают свое существование по ряду причин. Это сокращение запасов угольного

месторождения в результате широкомасштабных разработок в прошлом, устаревшие технологии добычи угля, изношенное шахтное оборудование, сложные инженерно-геологические условия, проблемы переходного периода в экономике страны.



Рис. 4.7.Общий вид крупного открытого карьера горнорудного предприятия



Рис.4.8. Породные отвалы шахтоуправления «Луганское»

Указанные обстоятельства привели к резкому падению рентабельности процессов добычи и использования угля и созданию сложной ситуации в данном городе, как и во всем угольном регионе Донбасса. На *рис. 4.9* приведены данные о долевом вкладе городов Луганской области в образовании и размещении ПО. Сейсмо-инженерно-геологическое районирование ее территории с участками влияния шахтных подработок и риском воздействия их на хозяйственные объекты и ситуационный план экологического мониторинга влияния ТМ и радона на ОПС приведены на *рис. 4.10*.

На *рис. 4.11* приведен Ситуационный план экологического мониторинга влияния ТМ и радона на ОПС в Луганской области.

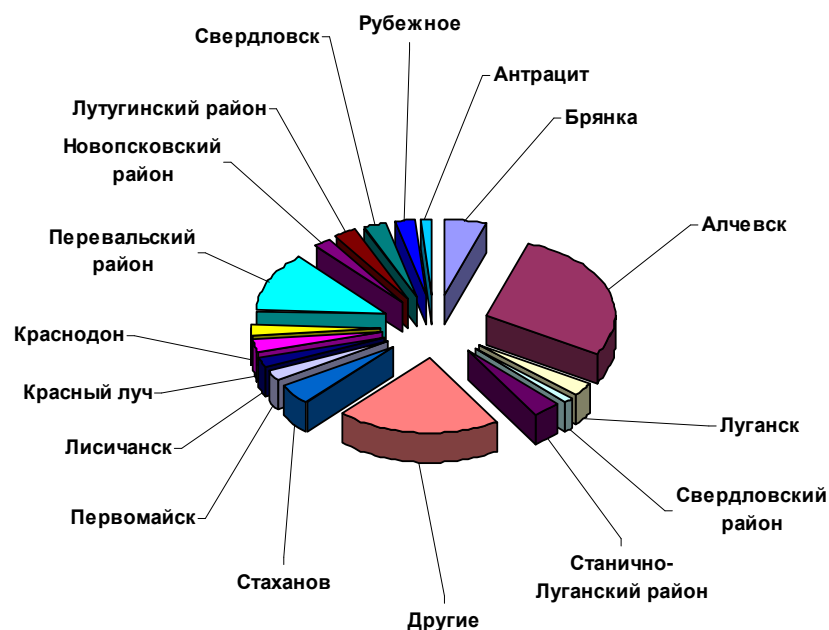
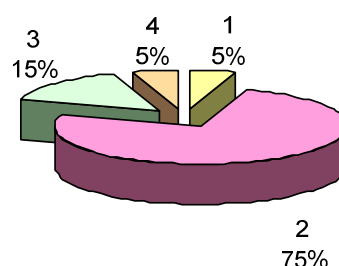
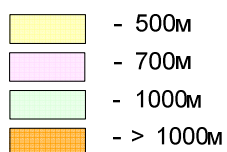


Рис. 4.9. Доли городов Луганской области в образовании и размещении ПО

Одним из главных факторов, оказывающим негативное воздействие на экологическое состояние среды г. Ровеньки, являются 51 породный отвал. Из них 15 – действующие, их предполагают использовать еще в течение от 1 года до нескольких десятков лет. Большую часть отвалов (36) относят к отработанным. Из общего числа отвалов 48 оценены как серьезные активно действующие источники загрязнения ОПС, причем воздействие оказывается на все ее компоненты: атмосферу, грунтовые воды, почвы, растительный и животный мир (табл. 4.2).

Сейсмо- инженерно - геологическое
районирование территории
Луганской области
(составлено по материалам
ГГП «Геопрогноз»,
«Донбассгеология»,
«Луганскгеология»,
УкрГИМР).

Территории измененными инженерно-геологическими и гидрогеологическими условиями (подтопление, заболачивание земель, проседание дневной поверхности, дробление массива горных пород над горными выработками) до глубины

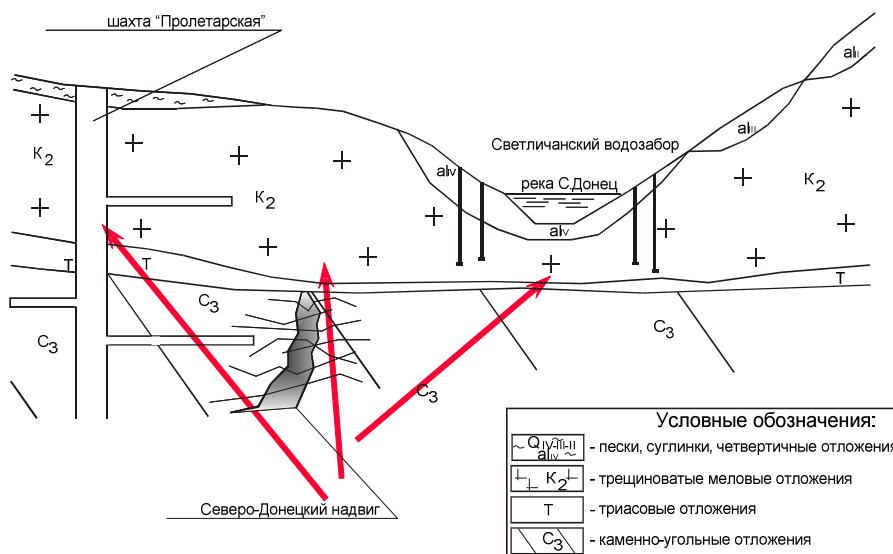


Участки влияния геолого-гидрогеологических условий подработанных территорий на возможное приращение сеистрясаемости и риска воздействия на важные хозяйственные объекты

- 1 – 5 баллов, пониженный риск;
- 2 – 5-6 баллов, средний риск;
- 3 – 6-7 баллов, повышенный риск;
- 4 – 7 баллов, повышенный риск.

а)

Влияние «мокрой» консервации на геологическую среду Схематический разрез



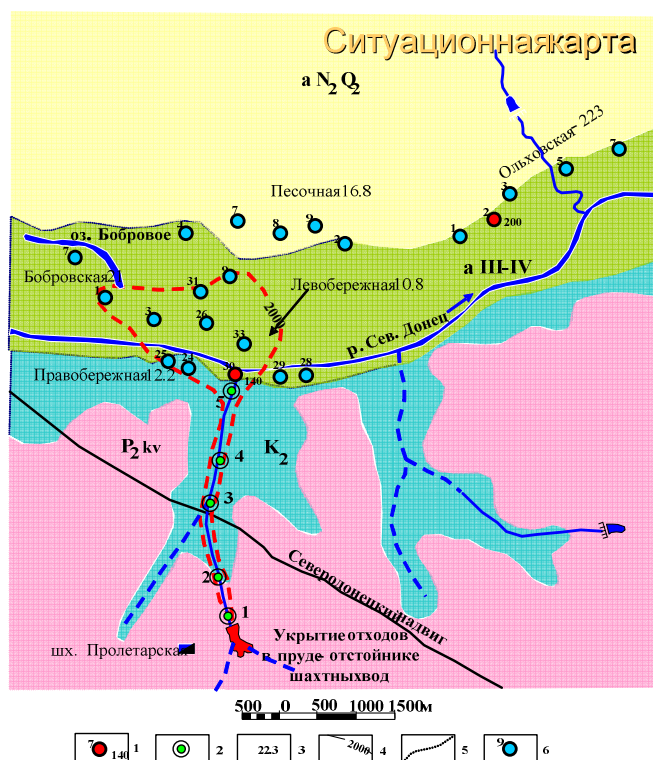
Увеличение глубины отработки шахт привело к повышению минерализации шахтных вод, интенсификации миграции шахтных газов (CH_4 , CO_2), и появлению радона

б)



в)

Рис. 4.10. Влияние «мокрой» консервации шахт на экологическое состояние ОПС в Луганской области



Группа элементов, выделенных для систематического мониторинга:

- общий солевой состав (макрокомпоненты, содержание железа двух- и трехвалентного, нитратов и нитритов);
- ртуть, мышьяк, свинец, медь, олово, молибден, литий, цинк, никель, хром, кадмий, марганец, стронций, барий (всего 15 элементов);
- содержание естественных радионуклидов Ra²²⁶, U²³⁸, Th²³², Po²¹⁰, Pb²¹⁰, Rn²²² (всего 6 компонентов)

Условные обозначения:

1. Эксплуатационная скважина. Цифры: вверх – ее номер, справа – наличие радона, Бк/дм³ (на 2004 год);
2. Наблюдательные скважины;
3. Водоотбор по группам скважин;
4. Контур загрязнения подземных вод высокоминерализованными шахтными водами;
5. граница распространения стратиграфических горизонтов;
6. Эксплуатационная скважина

Рис. 4.11. Ситуационный план экологического мониторинга влияния ТМ и радона на ОПС в Луганской области

Таблица 4.2

Содержание химических элементов в почве

Элементы	Содержание в почве и грунтах, мг/кг		
	Кларк по А.П. Виноградову	Средняя распространенность по Р. Бруксу	Юг Луганской области
Hg	0,01	0,01	0,09
Pb	10	10	13,7
Cu	20	20	28,0
W	-	В земной коре – 1,2	3
Ni	40	40	46
Co	10	10	11
Bi	-	В земной коре – 0,34	2,0
Nb	-	15	20,3
Li	30	30	45
Cd	0,5	0,5	0,6
Zn	50	50	69
Sc	10	-	13
B	10	10	42
F	-	-	447

На недействующих отвалах проводится рекультивация традиционным способом – понижение, уплотнение, нанесение плодородного грунта и озеленение отвалов. Переработка породных отвалов не предусмотрена. Тринадцать отвалов в городских районах

являются горящими и загрязняют приземный слой атмосферы продуктами горения газов и органической составляющей [2-4]. На *рис. 4.12* приведена схема понижения породного отвала. Расположение углеобогатительных фабрик Северного Донбасса с определением уровня полезности показано на *рис. 4.13* [4].

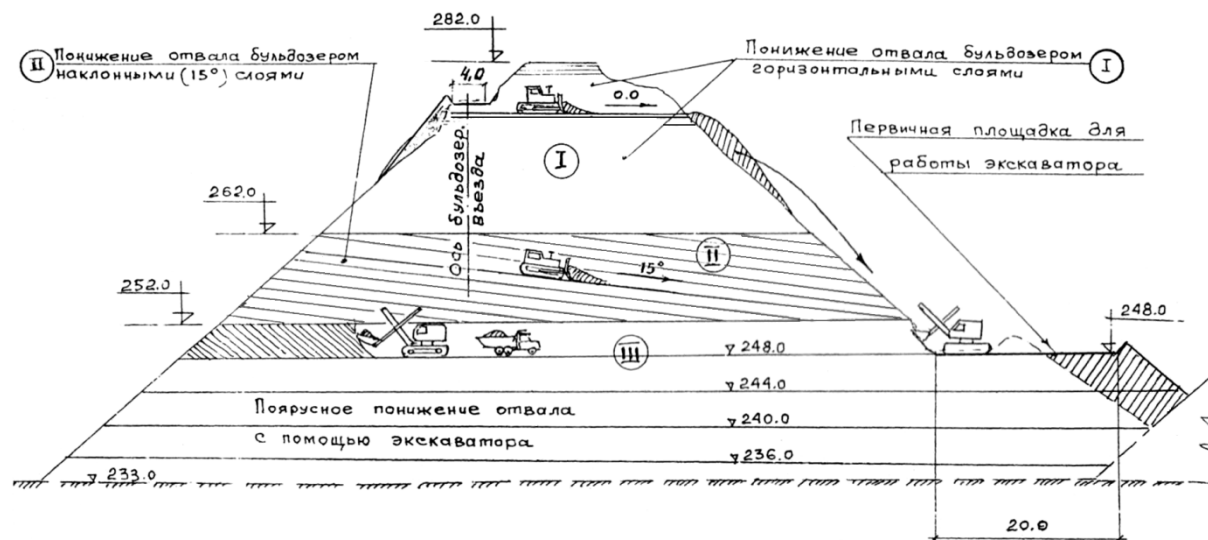


Рис. 4.12. Схема понижения террикона пустой породы

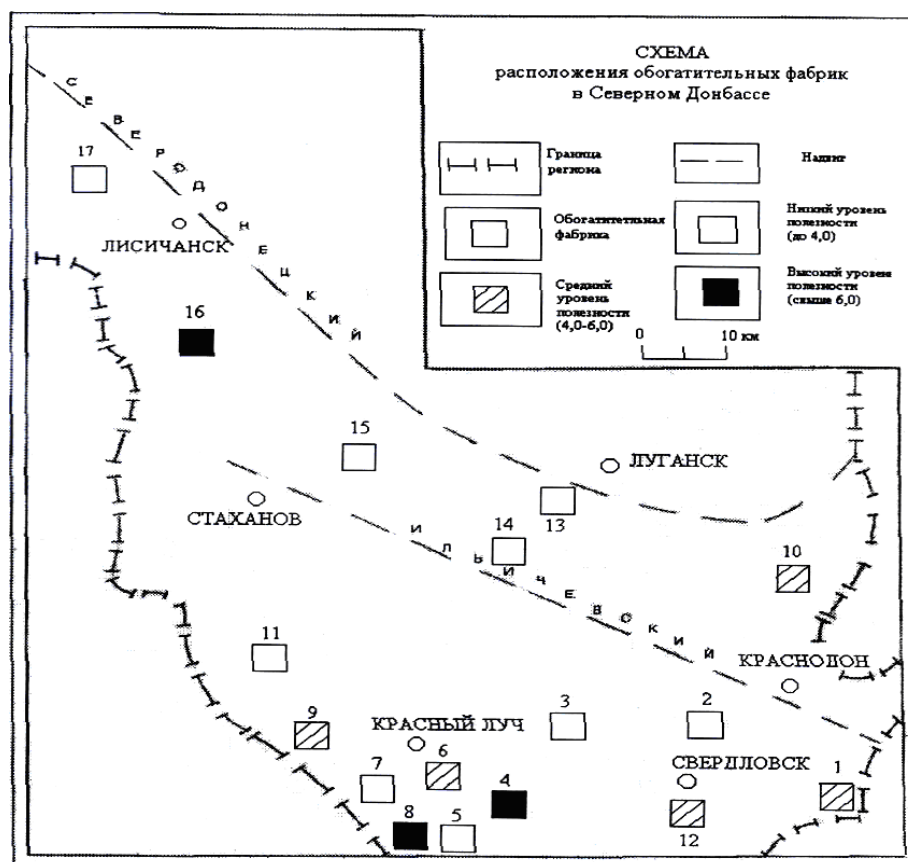


Рис. 4.13. Расположение углеобогатительных фабрик Северного Донбасса с определением уровня полезности

Полезность отходов обогатительных фабрик:

- | | |
|--|-------------------------------|
| 1 – «Краснопартизанская» (средний
совокупный рейтинг полезности 5,8); | 9 – «Хрустальская» (5,6); |
| 2 – «Центросоюз» (1); | 10 – «Суходольская» (4,2); |
| 3 – им. Вахрушева (5,8); | 11 – «Комендантская» (3,0); |
| 4 – «Комсомольская» (6,8); | 12 – «Маяк» (5,0); |
| 5 – «Партизанская» (3,8); | 13 – «Луганская» (1,0); |
| 6 – «Краснолучская» (4,6); | 14 – «Белореченская» (1,0); |
| 7 – «Миусинская» (1,0); | 15 – «Славяносербская» (2,2); |
| 8 – «Новопавловская» (6,4); | 16 – «Горская» (7,2); |
| | 17 – «Привольнянская» (1,0). |

Конкретно влияние отвалов на ОПС заключается в следующем:

- загрязнение атмосферы при выделении из отвальной массы газов и пыли;
- загрязнение грунтовых вод и близлежащих водных объектов за счет смыва растворимых солей с поверхности отвала;
- загрязнение грунтов и почв солями, смываемыми с откосов отвалов. При этом из народнохозяйственного оборота изымаются земли под размещение отвалов (по объединению «Ровенькиантрацит» общая площадь, занимаемая отвалами, составляет 186,7 га, причем отработанные занимают 138 га);
- загрязнение прилегающих площадей породой с откосов отвала при осыпаниях, оползнях и водноэрозийных процессах.

Лидерами должны стать успешно работающие шахты (в г. Ровеньки, например, шахта им. Дзержинского) при поддержке государства и др. инвесторов. Сырьевой базой для организации новых технологических процессов могут стать породные отвалы шахт, которые после оценки запасов могут обеспечить производство различной полезной продукции на длительную перспективу.

За рубежом продукция переработки отходов добычи и обогащения угля широко используется и опыт организации перерабатывающих предприятий показывает, что они являются прибыльными. Выбор приоритетных направлений развития перерабатывающей отрасли определяется после детального изучения свойств пород в разных отвалах и экономического обоснования возможных вариантов (табл. 4.3).

Предложенный подход к реструктуризации угледобывающей отрасли позволяет ожидать следующих результатов:

- ликвидация породных отвалов в городе, что приведет к высвобождению городских земель и улучшению состояния ОПС;
- производство качественных строительных материалов для дорожных покрытий позволит развернуть работы по модернизации дорог в городе и за его пределами.

Реализация такого подхода, способствующего экономическому, экологическому и социальному развитию региона, требует изменения

отношения к породным отвалам, оценки их как техногенных месторождений, сырьевых запасов критического импорта Украины и принятию новых управленческих решений на разных уровнях, включая государственный.

Таблица 4.3

Содержание химических элементов в отвальных породах (по 4 отвалам)

Элемент	Содержание, мг/кг	Кларк в осадочных породах
Hg	0,28-1,32	0,04
Pb	38,8-497,5	20
Cu	21,3-63,7	57
As	12,8-57,2	6,6
V	133-241,7	130
Mn	371-987	650
Cr	112,1-159,2	100
Mo	2-4	2
Li	53,9-109,4	6
Cd	1,55-2,3	0,3
Zn	100-121,7	80
C	3,2-15,6% масс.	-

Образование токсичных соединений при горении терриконов

Температура (расчетная)
реакций, °C (при участии
тионовых бактерий)

$2\text{FeS}_2 + 7,5\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$	
$\text{S} + 1,5\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$	0-100
$4\text{FeS}_2 + 3\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3 + 8\text{S}$	0-105
$\text{FeS}_2 + 3\text{O}_2 = \text{FeSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow$	25-300
$\text{FeS}_2 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{O}_2 = \text{FeSO}_4 + 5\text{SO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$	150-336
$\text{FeS}_2 + \text{O}_2 = \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{S} \uparrow + \text{SO}_2 \uparrow$	150-336
$\text{S} + \text{H}_2 = \text{H}_2\text{S} \uparrow$	$\text{S}_2 + 2\text{H}_2 = 2\text{H}_2\text{S} \uparrow$ 150-200
$\text{S} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$	200-336
$2\text{S} + 2\text{O}_2 = 2\text{SO}_2 \uparrow$	248-261
$2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 = 2\text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$	250-300
$2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{SO}_4$	(в водной среде)
$\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_3$	200-336
$\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2 \uparrow$	$2\text{C} + \text{O}_2 = 2\text{CO} \uparrow$ более 600
$\text{NH}_3 + \text{CO} = \text{HCN} + \text{H}_2\text{O}$	$\text{NH}_3 + \text{C} = \text{HCN} + \text{H}_2$ 400-500
$\text{FeAsS} = \text{FeS} + \text{As}$	$4\text{As} + 3\text{O}_2 = 2\text{As}_2\text{O}_3$ более 1000

На рис. 4.14 приведена схема расположения отвалов в юго-восточной части г. Ровеньки. Проблемы эколого-экономической оценки последствий размещения отвалов промышленных предприятий, являющихся техногенными месторождениями ТМ, и предприятий по их переработке, возникли лишь в последние годы, поэтому реально апробированные примеры таких оценок в украинской практике отсутствуют.

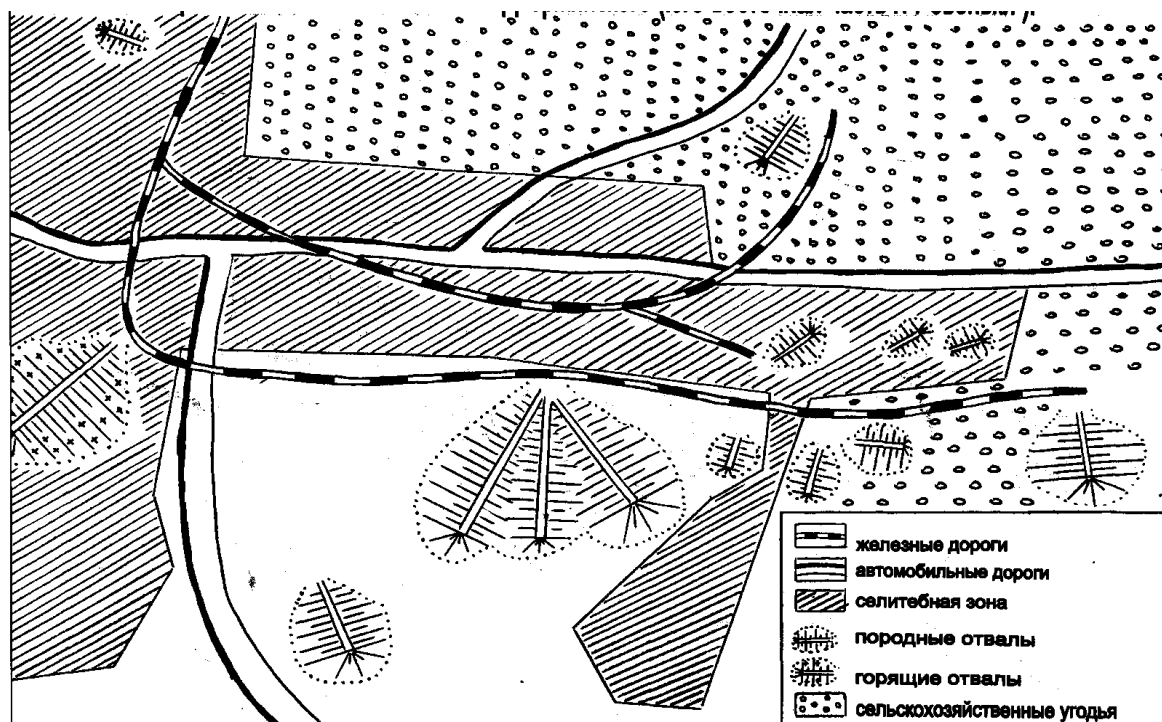


Рис. 4.14. Схема расположения отвалов в юго-восточной части г. Ровеньки

Сделанная нами попытка таких оценок может быть полезна как анализ для прогнозной оценки последствий воздействия предприятия по утилизации ценных компонентов на ОПС.

В основу разработанных авторами ряда методов снижения объема крупнотоннажных отходов горнометаллургического комплекса и создания экологически безопасного производства импортзамещающей металлургической продукции положены следующие мероприятия: комплексная переработка сырья, кооперирование различных производств, использование отходов одной отрасли в качестве сырья для других; сокращение объемов токсичных отходов и их воздействия на ОПС.

Скандий относится к ценным рассеянными элементам. В рудах скандий изоморфно замещает Fe, Ti, U, P, Al и др. Материалы, содержащие более 0,01% Sc, считаются высокоценным сырьем и подвергаются переработке для его извлечения. Скандий и его соединения находят широкое применение при изготовлении приборов для военной техники, получения специальных сплавов с заранее заданными свойствами; в аэрокосмической технике, химической, лакокрасочной, резиновой, керамической отраслях промышленности [20-22].

Неуклонный рост потребления скандия требует обеспечения роста его производства не только за счет увеличения объемов переработки сырья, но и путем повышения степени его использования, поиска новых сырьевых источников. Стоимость скандия достаточно высока для того, чтобы сделать выгодным его извлечение из отходов. Приведенные ниже цены характеризуют потенциальный рынок скандиевой продукции (табл. 4.4).

Таблица 4.4

Стоимость скандиевой продукции на некоторых предприятиях

Наименование продукции и фирмы (страна)	Цена 1 кг, \$	Стоимость выпускаемой продукции, \$.
Оксид скандия – 99%, USA (Urbana II, Knoxville; TN)	900-1100	9 000 000
Оксид скандия – 99,9%, USA (те же фирмы)	1400	14 000 000
Оксид скандия – 99,9%, USA (Stanford Materials)	1880-2400	18 800 000
Оксид скандия – 99,5%, РФ	1100	11 000 000
Лигатура Al-2% Sc, USA (Stanford Materials)	174-254	46 980 000
Лигатура Al-2% Sc, РФ	137	9 990 000

В лаборатории «Систем и методов управления промышленными отходами и выбросами в атмосферу» УкрНИИЭП разработана перспективная технология извлечения скандия из нетрадиционного сырья – отходов обогащения угля, терриконов и отвалов некоторых шахт Донбасса (рис. 4.15). Этот вид сырья представляет собой сложную минеральную смесь. По предварительным данным Донбасского горно-металлургического института эти отходы содержат до 20-40 г/т Sc_2O_3 породных отвалов (в пересчете).

Разработаны технологические решения для извлечения Sc из отходов производства титана и диоксида титана, алюминия (красные шламы), а также из угольных зол. Они позволяют обеспечить приемлемый уровень извлечения Sc из вторичного сырья (50-80% – в зависимости от типа отходов), утилизировать отходы горнорудного производства в виде товарной продукции, имеющей важное народнохозяйственное значение.

– Проведены исследования по их гидрохимическому вскрытию с использованием предварительного обжига, выщелачивания растворами серной кислоты и переводом соединений Sc в раствор с использованием высокотемпературных газожидкостных струй. Выделение скандия из растворов осуществляют методом экстракции органическими соединениями с последующей рекстракцией скандия, алюминия и редкоземельных металлов.

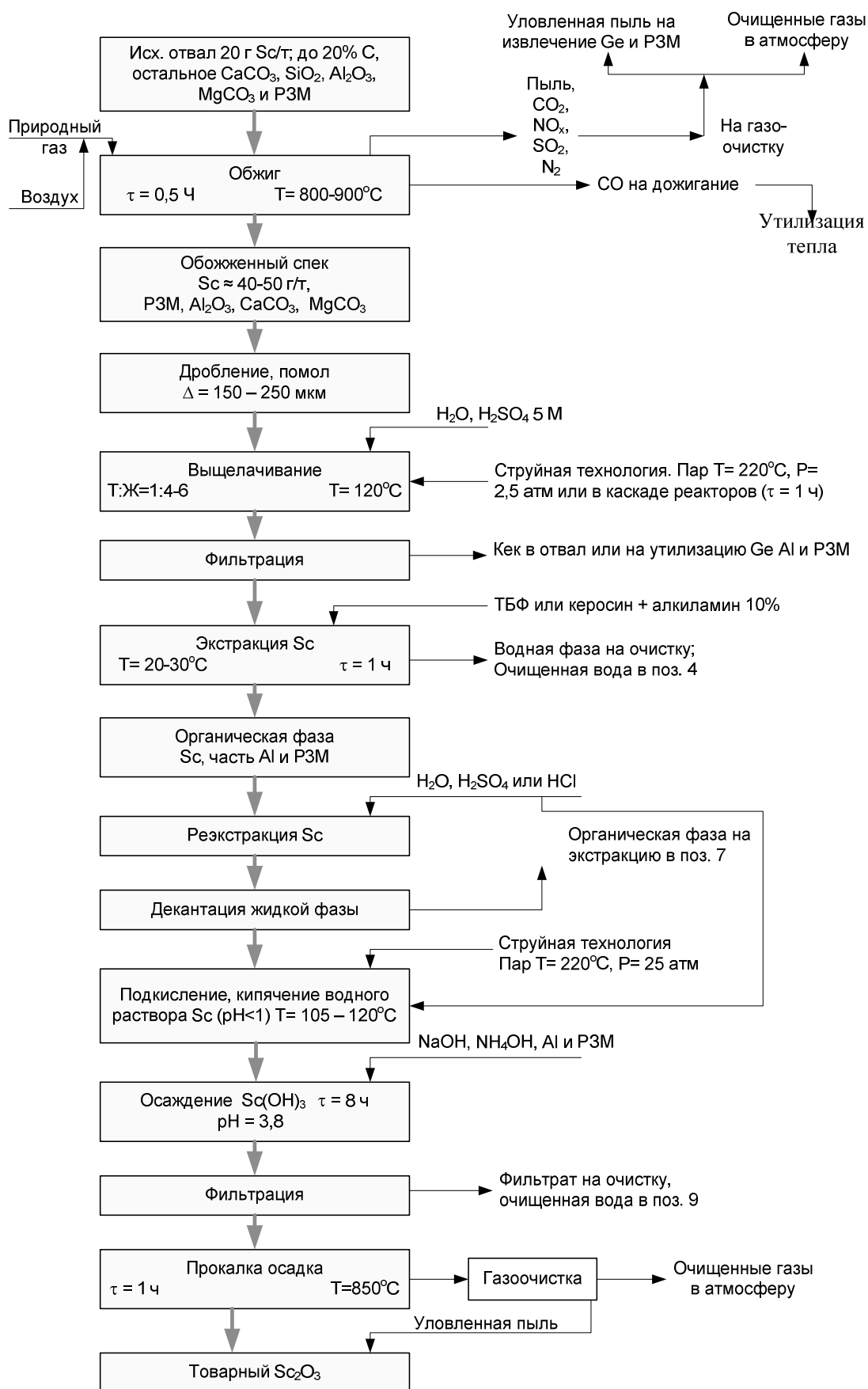


Рис.4.15. Технологическая схема получения товарного оксида скандия из породных отвалов угледобычи

- Реэкстракт обрабатывают с использованием высокотемпературных газожидкостных струй, выделяют гидроксид скандия из растворов; осадок подвергают прокатке с получением товарного технического оксида скандия (ТТОС) [23,24]. Преимуществом использования измельченного сырья является рост степени его вскрытия на 5-10%. Двухстадийное выщелачивание сырья и гидролиз растворов с использованием высокотемпературных газо-жидкостных струй, повышают степень перехода Sc в раствор и выделения ТТОС, его чистоту; сокращают энергозатраты на реализацию процессов.

Как вариант предлагается организовать совместную переработку отходов государственной акционерной компании «Титан» (г. Армянск, АР Крым) и ожелезненных красных шламов глиноземного производства. При обработке шламов содовыми растворами скандий переходит в раствор. Красный шлак может быть подвергнут обогащению. Из него можно получить такие товарные продукты, как скандиевые лигатуры, сталь с добавкой ванадия, титан-кремний-железистую лигатуру.

Возможна дополнительная переработка шлаков, содержащих оксиды Al, Ca и PЗМ. Шлак может быть использован для производства высокоглиноземистого цемента (стоимость его достигает \$800 за 1 т.). В процессе комплексной переработки ПО угольного производства с целью получения Sc, возможно получение Ga. Галлий также может быть извлечен из пылей и шламов газоочисток алюминиевых электролизеров, которые до сих пор не вовлечены в переработку, поскольку многочисленные предлагаемые способы базируются на многостадийных сложных комбинациях термических и кислотных гидрометаллургических процессов.

При создании предприятия по утилизации ценных компонентов из ШН предприятий черной и цветной металлургии, химической промышленности необходимо учитывать следующие источники его воздействия на ОПС:

- установки, агрегаты, механизмы отбора сырья из шламонакопителя (в зависимости от агрегатного состояния сырья),
- участки и механизмы складирования, хранения, подготовки и дозирования компонентов сырья для текущей деятельности,
- участки, агрегаты, установки и складирования шихтовых смесей,
- агрегаты термической обработки шихты (спекание, обжиг, плавка и др.),
- участки гидрометаллургической обработки шихты (выщелачивание, гидролиз, экстракция, электролиз и др.),
- участки и агрегаты очистки, подготовки, дозирования и упаковки готовой продукции,
- участки, установки и агрегаты собственного энергетического хозяйства (котельные, компрессорные и т.д.),

– участки складирования, обезвреживания и захоронения собственных ПО.

Основными **источниками** воздействия перерабатывающего предприятия на ОПС являются организованные и неорганизованные пылегазовые выбросы, сбросы сточных вод и поверхностных стоков с территории ШН, собственные отвалы шламов, пылей, шлаков, изъятие природных ресурсов – природного газа, нефти, воды, дополнительных сырьевых материалов, отводимых земельных участков для размещения производственных комплексов и жилой зоны.

Главными **видами** воздействия источников на ОПС являются поступление в атмосферу, водный бассейн, грунтовые воды и на земную поверхность токсичных компонентов сырья, полупродуктов, готовой продукции, собственных отвалов и ПО деятельности вспомогательных производств.

Индикаторами загрязнения ОПС могут являться химические соединения, отвечающие составу сырья, полупродуктов, готовых продуктов и собственных ПО с учетом фона в районе размещения данного предприятия.

Объектами ущерба являются приземная атмосфера, близлежащие земельные площади, водоемы и водотоки в пределах рассеяния индикаторов загрязнения в диапазоне установленных ПДК, антропогенные объекты, природные ландшафты. **Вероятный эколого-экономический ущерб** объектам ОПС при разработке техногенных месторождений (ТеМ) определяется, как сумма затрат на природоохранные мероприятия, плата за размещение различных видов отходов, сбросы и выбросы.

В общем случае определяют потенциальный, предотвращаемый, компенсируемый, ликвидируемый и остаточный виды ущерба. Виды воздействия на ОПС со стороны шламонакопителя крупного предприятия приведены на *рис.4.16* и *4.17*.

Потенциальным является теоретический размер ущерба, наносимого объектам ОПС при отсутствии природоохранных мероприятий. **Предотвращенный** – это недопущенный или сокращенный ущерб с учетом компенсационных и ликвидационных мероприятий при реализации природоохранных мер. **Остаточный** ущерб – это ущерб, оставшийся после реализации природоохранных мероприятий, компенсации и ликвидации причиненного ущерба, реабилитационных мер и т.п.

Вероятные величины ущерба в физическом выражении определяют в каждом конкретном случае путем анализа экологических последствий применяемых технологий, моделирования ситуации с использованием аналогов.

Прогнозная оценка **предотвращенного и остаточного ущерба**, выполненная по аналогии с известными реально действующими

объектами, сравнивается с затратами на природоохранные мероприятия, проектирование, строительство и обслуживание природоохранных объектов и мероприятий, совершенствование технологий переработки сырья малоотходными способами, рекультивацию высвобождаемых земель и т.п.

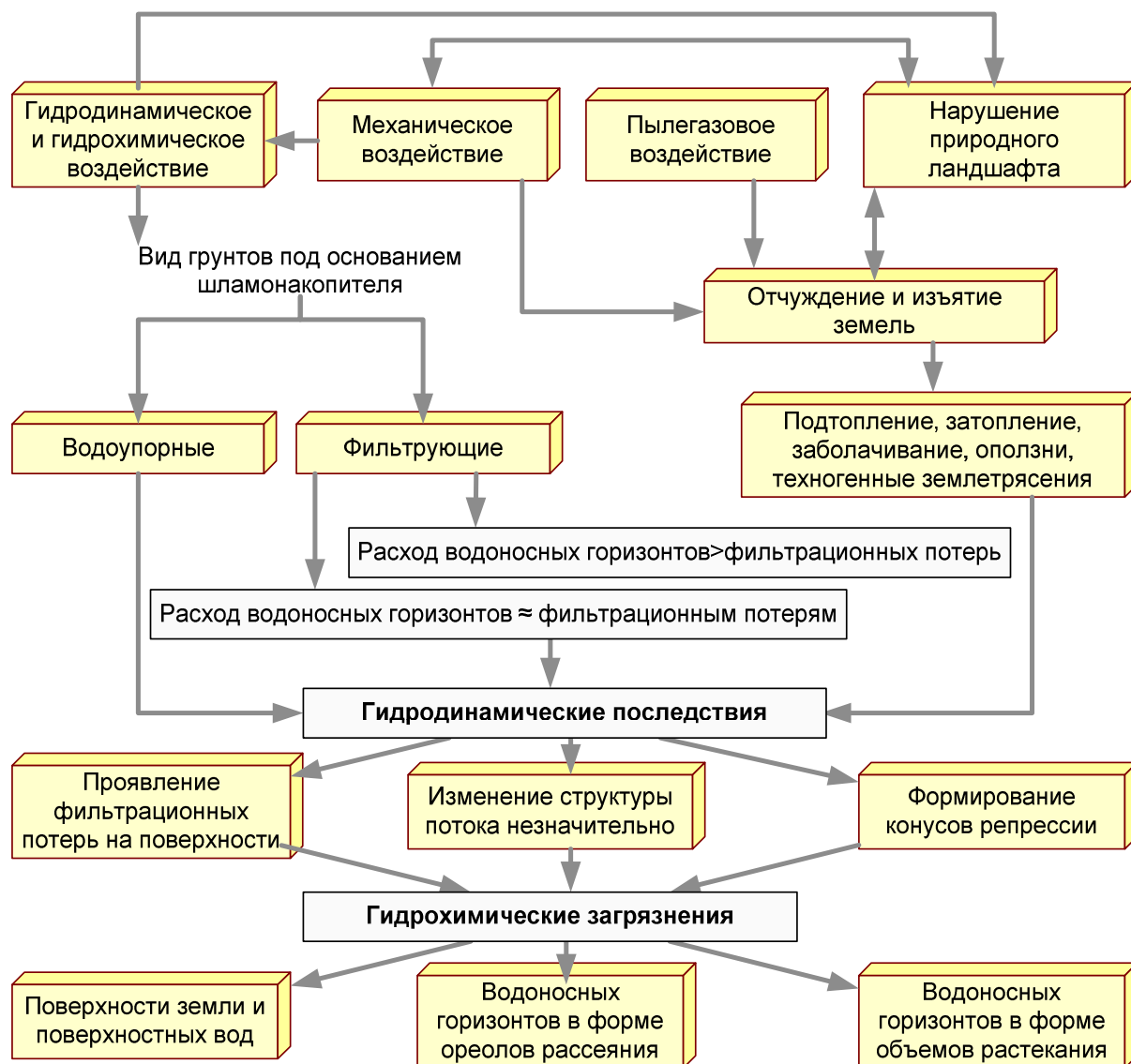


Рис. 4.16. Факторы воздействия шламонакопителя на окружающую среду

Количественные методы определения предотвращенного ущерба объектам ОПС связаны с оценкой величин приведенных масс выбросов и сбросов загрязняющих веществ в результате реализации природоохранных мероприятий и с учетом предполагаемого сокращения площадей деградированных земель и использованием показателей удельного ущерба.

Основными мерами по **предупреждению ущерба** являются [17-19]:

- разработка альтернативных технологий с сокращением объемов образования ПО или снижением класса их опасности;

- разработка способов, аппаратурно-технологических схем и устройств для отвода подотвальных вод, станций по их очистке и возврату в основное производство;
- размещения шламонакопителей и шлакоотвалов в выработанных объемах карьеров с учетом общего планирования рельефа;
- вынос агропромышленных объектов из районов влияния шламонакопителей.



Рис. 4. 17. Общий вид хвостохранилища

К мерам по **ограничению ущерба ОПС** относятся:

- утилизация ценных компонентов из отвалов, использование нейтральных шламов и пустой породы как закладочного материала;
- использование обезвоженных шламов для строительства водоотводных сооружений, дорог в районе предприятия – «хозяина» шламов;
- расположение площадок под расширяющиеся шламонакопители с учетом стоимости отводимых земель, объемов, рельефа местности, розы ветров.

Размещение ОпО следует производить с предварительным снятием и складированием плодородного слоя почвы на возвышенных сухих местах. Особое внимание необходимо уделять разделному складированию ОпО по видам для формирования потенциальных техногенных месторождений ценных компонентов, что упрощает процессы их последующей утилизации. Меры по компенсации наносимого ущерба должны увязываться с вложением финансовых и других средств.

Меры по ликвидации ущерба определяются характером отводимых земель и свойствами шламов и включают:

- планирование рельефа с рекультивацией и использованием территорий в рекреационных целях;
- консервацию токсичных шламов с обваловкой, захоронением и использованием образующихся участков в хозяйственных целях;

- биологическую рекультивацию с учетом будущей пригодности получаемых земель (засыпка песком, гипсование и др.);
- захоронение ОпО в специальных хранилищах, оборудованных под размещение конкретных видов;
- утилизацию жидкой фазы шламов;
- рекультивацию сельскохозяйственных угодий в зоне влияния шламонакопителя.

Стратегическим направлением оздоровления экологической обстановки остается разработка технологий, снижающих объемы или исключаящих образование ПО, одним из путей повышения качества экологического состояния ОПС – разработка технологий их утилизации [17-19]. По нашему мнению самым информативным показателем реального загрязнения почв является не общее содержание токсичных соединений, а изменение степени их подвижности по сравнению с подвижностью, соответствующей природному равновесию.

Основными причинами сложившейся ситуации на Украине являются:

- высокий удельный вес горно-металлургического и энергетического комплексов с крупнотоннажными потоками сырья и отходов;
- недооценка долговременных технических, социально-экономических и эколого-гигиенических последствий накопления ОпО и ТО и нарушение экологических норм обращения с ними;
- несовершенство системы управления ПО на уровне предприятий, регионов, государства, недостаточное внимание развитию нормативно-правовой базы;
- неэффективность экономических механизмов стимулирования при решении проблемы ОпО и недостаточность финансового обеспечения мероприятий;
- неполнота информационно-аналитического обеспечения при исследовании процессов образования и накопления ПО и ТО и их воздействия на ОПС;
- неразвитость инфраструктуры системы сбора, утилизации, обезвреживания и хранения ПО и ТО и специализированных комплексов по их переработке;
- отсутствие научно-технической и производственной базы для создания объектов, технических средств, практического опыта и квалифицированных кадров для комплексного решения проблемы обращения с ПО.

На территории Украины размещены огромные техногенные запасы ценного металлосодержащего сырья, представляющие собой крупнотоннажные отходы горнодобывающего комплекса, черной и цветной металлургии, химической промышленности, энергетического комплекса.

Эти месторождения могут обеспечить потребности промышленного производства в таких дорогостоящих и дефицитных для Украины элементах, как Zn, Pb, Fe, Sc и др. Отходы горнометаллургических производств наносят значительный вред ОПС и здоровью человека в связи с отводом земель под шламонакопители, которые занимают огромные площади, загрязняют токсичными соединениями ТМ и другими компонентами почву, водный и воздушный бассейны, повышают себестоимость готовой продукции предприятий в результате значительных затрат на транспортировку, размещение и хранение промышленных отходов.

В работах [12, 13, 16-18] нами рассмотрены проблемы предотвращения ущерба ОПС в районах размещения хранилищ твердых и жидких отходов крупных промышленных предприятий, представляющих собой в ряде случаев техногенные месторождения (ТеМ). Освоение техногенного месторождения определяется не только экономической, но и экологической целесообразностью. Затраты на предотвращение, ограничение, компенсацию и ликвидацию ущерба объектам ОПС не должны превышать определенной доли дохода, получаемого при утилизации ценных компонентов данного техногенного месторождения.

Для разработки системного подхода к эколого-экономической оценке освоения ТеМ необходимо осуществить ряд научно-исследовательских и проектно-сметных работ, включающих:

- разработку новых, выбор современных технологий утилизации ценных компонентов из объема ТеМ, включая стадии определения запасов каждого из них (по видам, химическому составу, агрегатному состоянию и др.);
- определение методов складирования, хранения, обезвреживания и уничтожения собственных ПО;
- оценку исходного состояния объектов ОПС в районе размещения ТеМ и предприятия по его разработке и последствий его реализации;
- определение источников, типов, индикаторов воздействия выбросов, сбросов, ПО предприятия на ОПС;
- эколого-экономическую (финансовую) оценку последствий воздействия источников выбросов (по видам) на состояние ОПС в районе размещения предприятия с оценкой потенциального, предотвращенного и остаточного ущерба объектам ОПС;
- составление рекомендаций по природоохранным мерам для создания предприятия по разработке техногенного месторождения.

При создании предприятия по утилизации ценных компонентов из ШН или шлакоотвалов предприятий черной и цветной металлургии, химической промышленности необходимо учитывать следующие источники его воздействия на ОПС:

- установки, агрегаты, механизмы забора исходного сырья из шламонакопителя (в зависимости от агрегатного состояния сырья),
- участки и механизмы складирования, хранения, подготовки и дозировки компонентов сырья для текущей деятельности,
- участки, агрегаты, установки сушки сырья, приготовления и складирования шихтовых смесей,
- агрегаты термической обработки шихты (спекание, обжиг, прокалка, плавка и др.),
- участки гидрометаллургической обработки суспензий шихты (выщелачивание, гидролиз, экстракция, электролиз и др.),
- участки и агрегаты очистки, подготовки, дозировки и упаковки готовой продукции,
- участки, установки и агрегаты собственного энергетического хозяйства (котельные, компрессорные и т.д.),
- участки складирования, хранения, обезвреживания и захоронения собственных отходов.

Одним из перспективных направлений утилизации породных отвалов является изготовление из их массы строительных материалов. По составу строительные материалы из отходов горнодобывающего комплекса делятся на 3 категории: *стеновые*, *тротуарные* и *антисейсмичные*. Рекомендательный в Англии состав прессуемой смеси для стеновых материалов приведен на *рис. 4.18*.

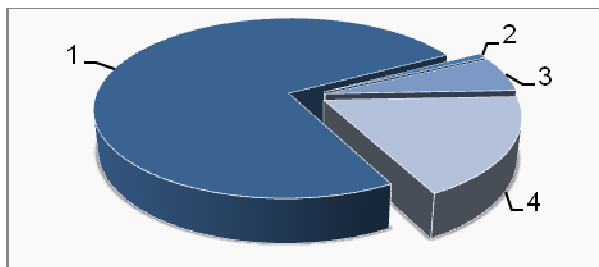


Рис. 4.18. Состав прессуемой смеси для стеновых материалов

1 – 84% – основное сырье (например, отсеvy известняка); 2 – 1% – пигмент (например, красный); 3 – 7% – цемент марки портланд 300 (не менее); 4 – 8% – вода.

Рекомендательный компонентный состав прессуемой смеси для тротуарных материалов приведен на *рис. 4.19*.

Рекомендательный компонентный состав прессуемой смеси для антисейсмичных материалов приведен на *рис. 4.20*.

Для созревания сформированных под прессом материалов, технология не нуждается ни в обжиговых печах, ни в камерах с повышенным давлением водяного пара, требуется только складское помещение на 3-5 сут. с нормальными климатическими условиями жилого помещения (наиболее благоприятной является увлажнённая среда).

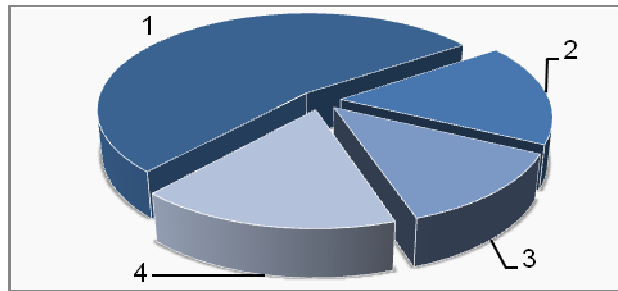


Рис. 4.19. Состав прессуемой смеси для тротуарных материалов.

1 – 64% – основное сырье (например, отсеvy гальки); 2 – 20% – цемент марки портланд 300 (не менее); 3 – 15% – вода; 4 – 1% – пигмент (например, зеленый).

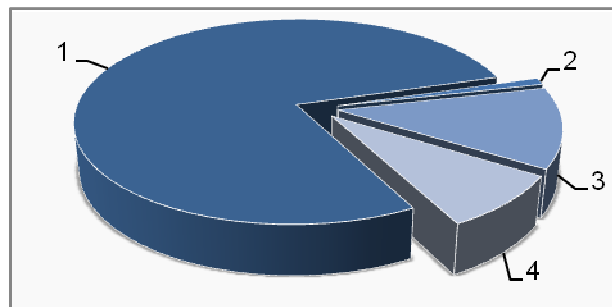


Рис. 4.20. Состав прессуемой смеси для антисейсмичных материалов

1 – 75% – основное сырье (например, отсеvy известняка); 2 – 1% – пигмент (например, красный); 3 – 12% – вода; 4 – 20% – цемент марки портланд 500 (не менее).

Через 3-5 сут. вновь сформированные материалы приобретают 50-60% своей прочности и могут отпускаться строителям. Полная прочность достигается этими материалами на 28-29 сут. Дозревание материалов реализуется в самой кладке.

ЛИТЕРАТУРА К РАЗДЕЛУ 4

1. Бент О.И. Охрана окружающей среды. Экотехнологии и ресурсосбережение. Научно-технический журнал. №5, 1998, С. 48-51.
2. Данилишин Б.М., Дорогунцов С.И., Мищенко В.С. Природно-ресурсный потенциал сталого розвитку України. – К.: РВПСУ, НАНУ, 1999. 716 с.
3. Касимов А.М., Семенов В.Т, Романовский А.А Промышленные отходы. Проблемы и решения. Технологии и оборудование. – Х.: ХНАГХ. 2007. 411 с.
4. Куруленко С.С. Бородай Г.И. Состояние обращения с отходами в Донецкой области/ Научно-практический журнал «Регион: проблемы и перспективы», 2002, С.20-23.

5. Цыганков В.Н., Антимонов Н.Г., Пустовойтова С.Ю. Оценка техногенно-экологической опасности накопителей промотходов, размещенных на побережье Азовского моря//Сб. научн. тр. XIII междунар. научно-технич. конф. «Экология и здоровье человека. Охрана водного бассейнов. Утилизация отходов». Том 1. – Х.: УкрВОДГЕО. 2005. С. 157-163.
6. Касимов А.М., Романовский А.А. Мероприятия по снижению степени отрицательного воздействия на окружающую среду шламонакопителей промышленных предприятий//Вісник міжнар. слов'янського університету. –Х.: Сер."Технічні науки". Т.УП, 2004, №1, С.37-40.
7. Атабекян Т.В., Еременко Г.К. Формы нахождения токсичных металлов в загрязненных почвах Донецко-Макеевской и промышленно-городской агломерации//Экологические аспекты загрязнения окружающей среды. Тез. докл. Международн. научн-практ. конфер. Ч.2. – К.: С.24-25.
8. Касимов А.М., Романовский А.А. Изучение основных свойств экологически опасных отвалов металлургических заводов//Вестник НТУ «ХПИ». 2004. №47, С. 9-13.
9. Касимов А.М., Романовский А.А. Пути сокращения ущерба окружающей среде при размещении шламонакопителей промышленных предприятий//Зб.наук. пр. „Проблеми охорони навколишнього середовища та екологічної безпеки”. – Х.: Факт, 2004, С.237-244.
- 10.Касимов А.М., Джафаров В.Ю., Носова А. В. Воздействие накопителей промышленных отходов на окружающую среду//Людіна і довкілля. Проблеми неоекології. Вип. 5. 2004, С. 64-67.
- 11.Тетянчук Н.С. Перспектива развития минерально-сырьевой базы редких и редкоземельных металлов Донецкой области//Редкие металлы Украины – взгляд в будущее. – К.: ИГН НАНУ, 2001, С. 92-93.
- 12.Горовой А.Ф., Горовая Н.А. Твердые промышленные отходы Донбасса – нетрадиционный источник минерального сырья//Тез.докл. II Междунар. конфер. „Сотрудничество для решения проблемы отходов”.-Х.: ИД „ИНЖЭК”, 2005, С.142-146.
- 13.Касимов А.М. Эколого-экономическая оценка освоения техногенного месторождения ценных компонентов//Экология и здоровье человека. Охрана водного и воздушного бассейнов. Утилизация отходов. – Х.: УкрГНТЦ «Энергосталь». 2002., С. 507-511.
- 14.Касимов А.М., Александров А.Н Эколого-экономическая оценка эффективности освоения техногенного месторождения ценных

- элементов//Тр. X Междунар. научно-технич. конфер. «Экология и здоровье человека. Охрана водного и воздушного бассейнов. Утилизация отходов». – Щелкино, АР Крым, 2002, С. 507-510.
- 15.Касимов А.М., Леонова О.Е. Терриконы и шламонакопители промышленных отходов предприятий Украины – сырьевая база редких и рассеянных металлов//Зб.наук.статей. «Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення. Міжнар. науково-практична конфер. Алушта, АР Крим. Том П. – Х.: УкрНДІЕП, 2005, С. 35-42.
 - 16.Касимов А.М., Леонова О.Е., Коваленко А.М. Перспективы развития минерально-сырьевой базы редких и рассеянных элементов на основе отходов горнометаллургического комплекса//Сб. научн. ст. Международн. научно-практич. конфер. «Обращение с отходами – проблемы и решения XXI века». – Одесса: «Экспоцентр-Одесса», 2005. С. 112-119.
 - 17.Касимов А.М. Отходы горнометаллургического комплекса – потенциальная сырьевая база развития производства редких и тяжелых металлов. Восточно-Европейский журнал передовых технологий, №4/2(16), 2005, С. 147-150.
 - 18.Россман Г.И., Петрова Н.В., Самсонов Б.Г. Экологическая оценка рудных месторождений. – М.: РАН. 2000. 338 с.
 - 19.Касимов А.М., Леонова О.Е., Носова А.В. Роль породных отвалов в формировании экологической ситуации в г. Ровеньки Луганской области//Зб. наук.статей. «Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення. Міжнар. науково-практ. конфер. Алушта, АР Крим. Том 11. – Х.: УкрНДІЕП, 2007, С. 35-39.
 - 20.Коршунов Б.Г., Резник А.М., Семенов С.А. Скандий. М: Металлургия, 1987. – 183 с.
 - 21.Комиссарова Л.Н., Шацкий В.М., Гурен Г.Ф. Выделение скандия из золы каменного угля//Изв. вузов. Цв.металлургия, №4, 1969, С. 90-91.
 - 22.Lash L.D., Ross J.R. Scandium recovery from uranium solutions//Jornal of Metals. 1971, №8, vol.13, p.555-566.
 - 23.Касимов А.М. Управление промышленными отходами. Учебное пособие. Кн.2. Технологии обезвреживания и утилизации промышленных отходов. – Х.: РИП «Оригинал», 2000. 318 с.
 - 24.Касимов А.М, Леонова О.Е. Терриконы и шламонакопители промышленных отходов предприятий Украины – минерально-сырьевая база редких и рассеянных металлов//Зб. наук. ст. Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення. Міжнар. наук.-практ. Конференція м. Алушта, АР Крим. Т.2, – Х.:, УкрНДІЕП, 2005, С. 35-41.

РАЗДЕЛ 5

ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭНЕРГЕТИКА. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ, УТИЛИЗАЦИИ И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ОТХОДОВ

В мировом масштабе более 80% тепловой и электрической энергии получают путем сжигания органического топлива и превращения его химической энергии в тепловую и электрическую. При этом более 80% всех видов загрязнений биосферы обусловлены собственно энергетическими процессами. В результате интенсивного использования невозобновимых ископаемых энергоресурсов их количество значительно уменьшилось. В структуре использования ископаемых энергоресурсов около 45% составляет нефть, 18% – природный газ, 37% – уголь.

Мировое потребление топлива иллюстрируется данными *табл. 5.1* и *5.2*. Структура использования ископаемого топлива в ряде стран приведена в *табл. 5.3*, в *табл. 5.4* – данные об использовании органического топлива на предприятиях промышленной энергетики Украины [1].

Таблица 5.1

Мировые энергоресурсы

Источники энергии	Ресурсы, ЭДж*
Невозобновляемые:	
Ядерное топливо	$1,97 \cdot 10^6$
Химическая энергия органического топлива	$5,21 \cdot 10^5$
Неисчерпаемые:	
Термоядерная энергия синтеза	$3,6 \cdot 10^9$
Геотермальная энергия	$2,9 \cdot 10^6$
Возобновляемые:	
Солнечная энергия, достигающая Земли и превращающаяся в тепловую	$2,4 \cdot 10^6$
Энергия морских приливов	$2,5 \cdot 10^5$
Ветровая энергия	$6,1 \cdot 10^3$
Энергия рек	$1,2 \cdot 10^2$
Биоэнергия лесов	$1,5 \cdot 10^3$

*ЭДж – эксаДжоуль (10^{18} Дж)

Таблица 5.2

Мировое потребление топлива

Показатель/годы	1900	1950	1975	1990	2000
Суммарное энергопотребление, млн. т у. т.	0,95	2,86	8,6	17,0	30,0
Население Земли, млрд. чел.	1,62	2,5	3,8	4,6	6,0
Энергозатраты, т. у. т./чел.*год	0,59	1,16	2,32	3,7	5,0

Таблица 5.3

Сравнительная структура использования различных видов топлива

Страна	Распределение видов топливных ресурсов, %					
	Твердое	Нефть	Газ	Ядерное	Др. виды	Всего, Мт н.э.*
Великобритания	23	34	32	10	1	219,3
Финляндия	36	27	10	18	9	30,8
Украина	32	16	41	11	0	106,5

*Мт н.э. – мегатонна (10^6 т) нефтяного эквивалента, 1 т н.э. – 41,86ГДж.

Таблица 5.4

Использование топлива в промышленной энергетике Украины

Вид топлива	ТЭК	Малая энергетика	Всего
Нефть и нефтепродукты, млн. т/млн.т у т.	41/56	22/34	66/90
Уголь, млн. т/млн. т у. т.	128/90	77/34	206/124

Различают полное и неполное сгорание топлива в тепловом агрегате. При полном сгорании вся его химическая энергия переходит в тепловую, в продуктах сгорания кроме азота и избытка/недостатка кислорода присутствуют оксиды горючих элементов высшего порядка – CO_2 , H_2O , SO_2 . В процессе неполного сгорания кроме теоретических продуктов сгорания возникают продукты недожога – CO , H_2 , CH_4 , C_xH_y .

В табл. 5.5 и 5.6 приведены основные характеристики топлива, добываемого на Украине и ее энергоресурсы. На рис. 5.1 приведена структура энергообеспечения потребителя [1]. В табл. 5.7-5.9 приведены сравнительная структура использования топлива в ряде стран и на предприятиях промышленной энергетики Украины. На рис. 5.2 показана схема использования вторичных энергоресурсов (ВЭР).

Таблица 5.5

Характеристики топлива, добываемого на Украине

Виды топлива	Основные характеристики				
	Летучие, %	Содержание S, %	Влажность, %	Зольность, %	Теплота сгорания, МДж/кг
Торф	70	0,1-0,2	30-50	5-23	10,5-14,6
Бурый уголь	40	0-8	30-40	15-30	10-17
Каменный уголь	9-50	0-8	5-17	18-30	24-29
Антрациты	2-9	0-8	5-10	5	26
Полуантрацит	5-9	0-8	5	5	28-30

Традиционные способы получения тепловой и электрической энергии на ТЭС связаны с загрязнением ОПС оксидами азота, углерода и серы, пылевидными частицами несгоревшего топлива, твердыми и

жидкими канцерогенными углеводородами, соединениями тяжелых металлов. В табл. 5.10 приведен элементный состав энергетического топлива ряда угольных бассейнов Украины и РФ.

Таблица 5.6

Энергоресурсы Украины

Виды топлива	Объемы		Доля собственного обеспечения, %
	Использования	Производства	
Природный газ	112 млрд. м ³	22 млрд. м ³	20
Нефть	32 млн. т	4,2 млн. т	13
Уголь	100 млн. т	80 млн. т	80
Ядерное топливо	ТВЭЛы поставляет РФ		0

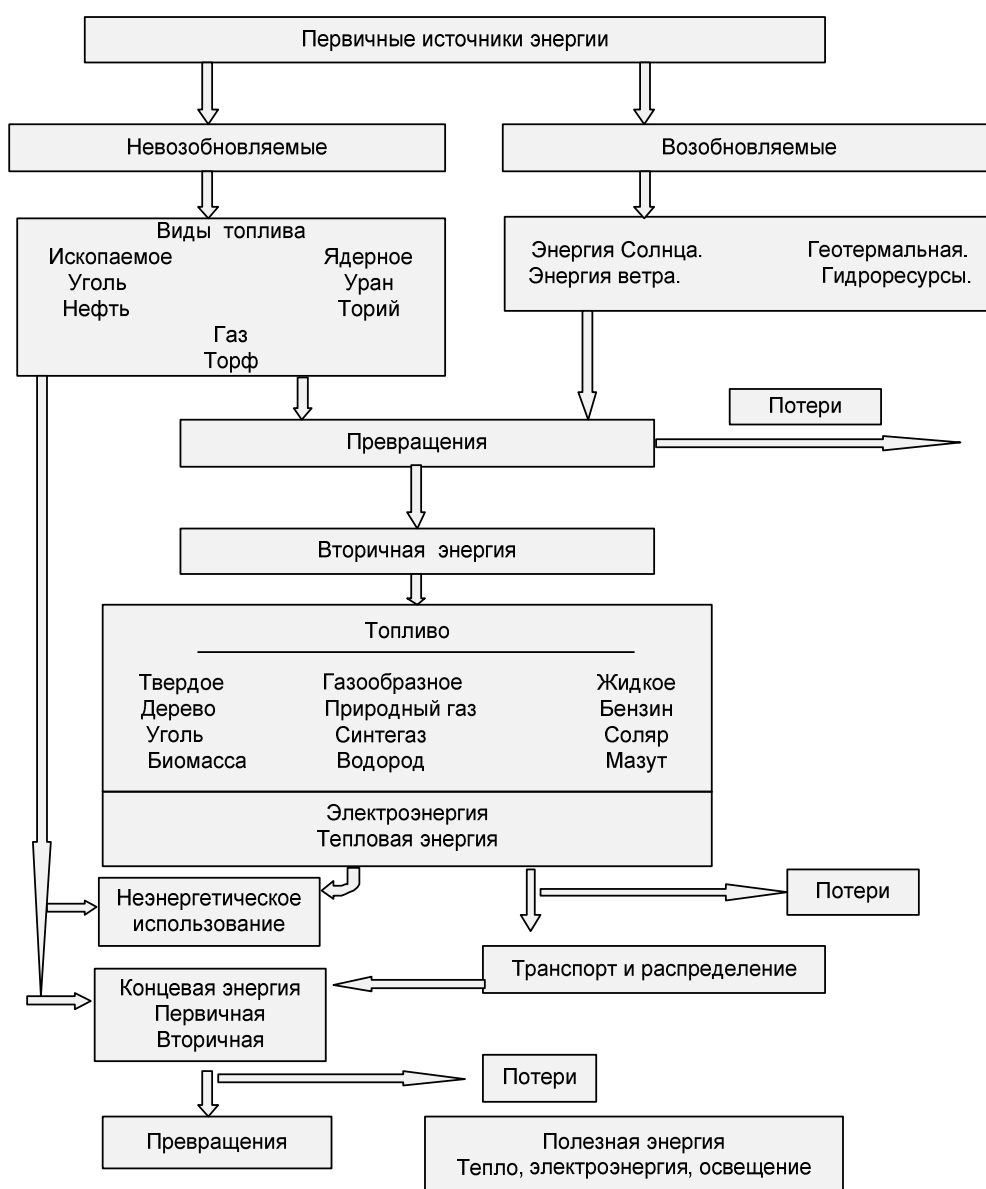


Рис. 5.1. Структура энергообеспечения потребителей

Таблица 5.7

Сравнительная структура использования различных видов топлива

Страна	Распределение видов энергоресурсов, %					
	Твердое топливо	Нефть	Газ	Ядерное топливо	Другие	Всего, Мт н.э.*
Англия	23	34	32	10	1	219,3
Финляндия	36	27	10	18	9	30,8
Украина	32	16	41	11	0	106,5

*Мт н.э. – мегатонна (10^6 т) нефтяного эквивалента, 1 т н.э.-41,86ГДж.

Таблица 5.8

Использование топлива в промышленной энергетике Украины

Вид топлива	ТЭК	Малая энергетика	Всего
Нефть и нефтепродукты, млн. т/млн.т. у.т.	41/56	22/34	66/90
Уголь, млн.т/млн.т у.т.	128/90	77/34	206/124

Таблица 5.9

Основные страны-потребители угля для производства электроэнергии

Страна или регион	Доля угля в производстве электроэнергии
Польша	94,8%
Южная Африка	93,0%
Индия	78,3%
Австралия	76,9%
Китай	76,2%
Чехия	66,7%
Греция	62,3%
Германия	52,0%
США	49,9%
Дания	47,3%
Великобритания	32,9%
ЕС15	27,2%

Таблица 5.10

Состав твердого топлива угольных бассейнов Украины и РФ

Бассейн	Марка	Состав рабочей массы, %							Летучие, %
		W ^p	A ^p	S ^p	C ^p	H ^p	N ^p	O ^p	
Донецкий	Д	13	24,4	1,8	47	3,4	1	8,1	45
	Г	10	25,2	2,1	51,2	3,6	0,9	5,9	40
	ОС	5	23,8	2,1	61,9	3,2	1,1	2,2	19
	Т	6	25,4	1,6	61,1	2,9	1	1,2	12
Львовско-Волынский	Г	10	22,5	2,1	53,34	3,5	1	6,7	39
	ГЖ	8	32,5	2,1	8,7	3,3	0,7	4,3	36
Подмосковный	Б2	32	28,6	1,7	26	2,1	0,4	8,2	48
Кузнецкий	Д	12	13,2	0,4	58,6	4,2	1,9	9,7	42
	Г	8	14,3	0,5	63,3	4,4	2,1	7,4	40,5
	ОС	6	14,1	0,6	72,5	3,4	1,7	1,7	14,5

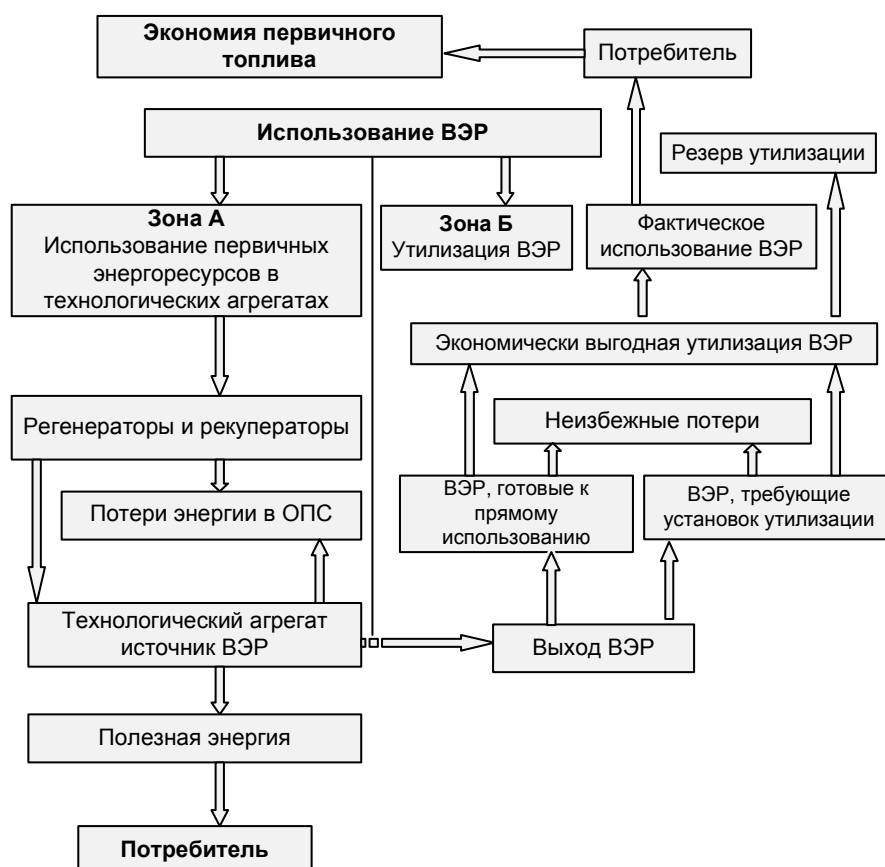


Рис. 5.2. Принципиальная схема использования ВЭР

На рис. 5.3 и 5.4 показаны схема сжигания пылеугольного топлива в псевдоожиженном слое и схема отрицательного воздействия продуктов сжигания топлива в энергоустановках на ОПС. В табл. 5.11 приведены данные о поступлении пыли в атмосферу и выпадении ее в районах размещения ТЭС мощностью 1000 МВт. Конденсационная электростанция мощностью 2,5 млн. кВт сжигает около 6 млн. т/год антрацитовой пыли или около 12 млн. т/год бурогоугольной пыли.

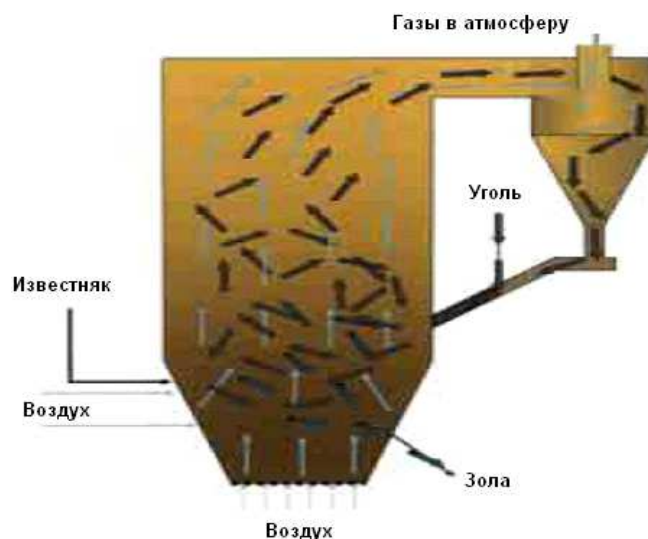


Рис. 5.3. Схема топки с псевдоожиженным слоем угольной пыли



Рис. 5.4. Схема отрицательного воздействия продуктов сжигания топлива в энергоустановках на ОПС

Таблица 5.11

Поступление пылей в атмосферу и выпадение на территорию
(г/кВт-ч//млн. кг/год) в районах размещения ТЭС

Выбросы	Виды топлива		
	Каменный уголь	Бурый уголь	Мазут
Пыль	1,4//4,49	2,7//4,49	0,7//0,73
Фтористые соединения	0,05//нет данных	1,11//нет данных	0,004//нет данных
Гидрокарбонаты	0,52// нет данных	нет данных	0,67// нет данных

Для перевозки 6 млн. т/год антрацита требуется более 300 железнодорожных вагонов/сут. Транспортные затраты возрастают пропорционально расстоянию от места добычи угля до ТЭС. Для электростанции мощностью 4 млн. кВт транспорт высококачественного топлива становится невыгодным уже на расстоянии 400 км, а низкокалорийного – более 100 км.

Одним из перспективных методов повышения энергоотдачи твердого органического топлива является его конверсия. Методы конверсии угля основаны на его термохимической переработке, в результате которой получают синтетическое жидкое и газообразное топливо. Синтетическое жидкое топливо обладает высоким водородно-углеродным соотношением (более 1,5), в то время, как для угля оно не превышает 1,0 [1-5].

На рис. 5.5 приведен общий вид ТЭЦ, работающей на газообразном топливе. Такие станции загрязняют воздушный и водный бассейн

газообразными выбросами (оксиды азота, серы, углерода) и выделением избыточного тепла.



Рис. 5.5. Общий вид ТЭС, работающей на газообразном топливе

Энергетика Украины включает промышленные ТЭС и котельные, все установки коммунальной энергетики, районные котельные, промышленные печи, бытовые установки различной мощности, автономные теплоцентрали. Для них характерен низкий уровень эколого-экономических и технических показателей. При этом малая энергетика потребляет более 60% всего добываемого Украиной топлива. Объемы использования видов газообразного, жидкого и твердого топлива (в пересчете на у.т.) составляют, соответственно, %: 49, 20 и 31.

Одной из главных задач экологического мониторинга является изучение процессов миграции загрязняющих веществ (поллютантов) на ландшафтно-геохимическом уровне, включая такие геохимические уровни, как элювиальный, элювиально-кумулятивный, кумулятивно-элювиальный, трансэлювиальный, супераквальный, субаквальный. При таком подходе возможно проследить зоны аккумуляции поллютантов и интенсивность их накопления [2-4, 6-10].

Особенностью загрязнения ландшафтов Украины является консервация загрязнителей в верхней части ландшафта – почвенно-растительном покрове. Промышленные центры Украины располагаются в пределах преимущественно равнинных ландшафтов, и при низкой энергии рельефа характерно их локальное загрязнение (гг. Кривой Рог, Днепропетровск, Днепродзержинск, Никополь, Запорожье, Донецк, Макеевка и др.).

Отходы электростанций, работающих на твердом топливе.

В процессе работы твердотопливных электростанций образуются огромные количества золошлаковых отходов (ЗШО) и выбросов пыли в атмосферу (рис. 5.6).

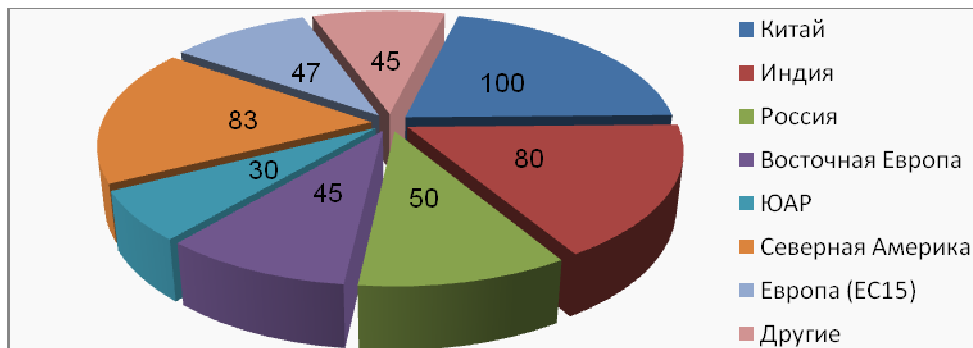


Рис. 5.6. Объемы золы энергетических углей в мире в 2000 г., млн. т

Рациональным решением является размещение ТЭС возле мест добычи топлива с передачей по ЛЭП получаемой электроэнергии. Кроме этого на охлаждение отработанного тепла и конденсата крупной ТЭС требуется более 90 м³/с холодной воды. Площадь пруда-охладителя, обеспечивающего охлаждение указанного количества воды составляет более 2500 га. Поэтому отмечена четкая тенденция размещения крупных ТЭС на территории Украины от Северского Донца до Днестра (Славянская, Змиевская, Приднепровская, Запорожская, Криворожская).

Доля тепловых электростанций (ТЭС) в энергетическом комплексе Украины составляет 67,5%. Характерные особенности влияния предприятий электроэнергетики на экологию – многофакторность (одновременное воздействие на атмосферу, гидросферу, биосферу), разнообразие характера: отчуждение территорий, искажение ландшафта, механические нарушения, химическое загрязнение, тепловые, акустические и прочие физические влияния [1, 2, 11].

Например, Змиевская ГРЭС (г. Змиев, Украина) складировует в собственном отвале более 800 тыс. т/год ЗШ и выделяет в атмосферу около 300 т/сут пылевидных выбросов. На рис. 5.7 приведена угольная эстакада ТЭЦ, работающей на твердом топливе.

Процесс горения топлива можно разделить на 2 стадии: смешивание топлива и воздуха и нагрев, зажигание и собственно горение полученной топливной смеси. Распыленное паром и/или воздухом топливо смешиваются с воздухом, нагреваются, испаряются, загораются и сгорают с образованием зольных остатков.

В ЕвроСоюзе в 2001 г. было произведено и утилизировано более 60 млн. т золы от сжигания углей (рис. 5.8). Показатели утилизации золы угольных электростанций в ЕС (всего 18,7 млн. т) приведены на рис. 5.9. Золошлаки, образующиеся при сжигании угля на ТЭС, являются

крупнотоннажными отходами. Для их транспортирования применяют системы гидрозолоудаления. В основном золошлаки транспортируют в виде пульпы низкой концентрации для размещения в гидрозолоотвалах, которые являются одним из главных источников загрязнения ОПС при производстве энергии.



Рис. 5.7. Общий вид угольной эстакады тепловой электростанции

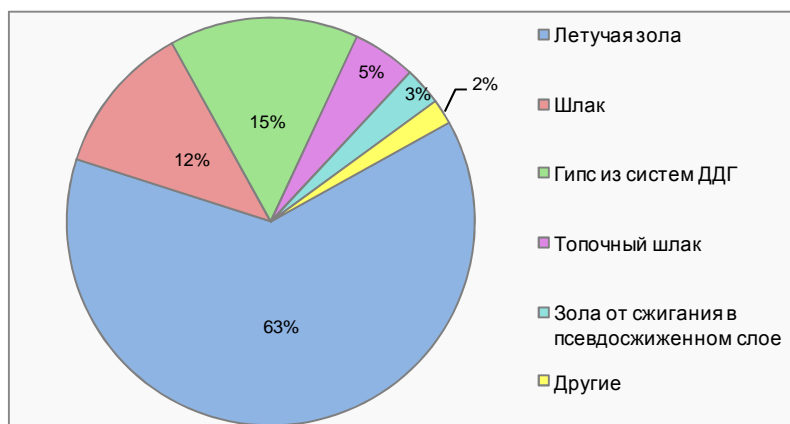


Рис. 5.8. Производство и утилизация продуктов сжигания углей в ЕС

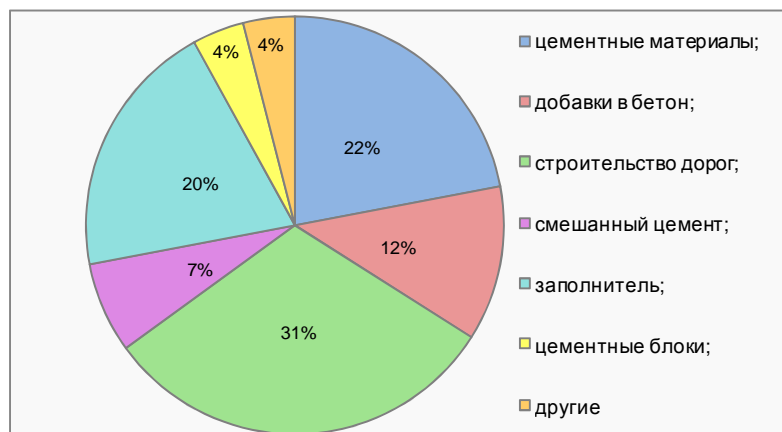


Рис. 5.9. Показатели утилизации золы угольных электростанций в ЕС

К настоящему времени в отвалах ТЭС Украины накоплено 358,8 млн. т ЗШО на площади 3170 га. Среднегодовой выход шлаков достиг 14 млн. т и в связи с ухудшением качества топлива имеет тенденцию к росту.

Это создает технологические и экологические проблемы, т.к. увеличиваются производственные затраты и стоимость природоохранных мероприятий. Данные по использованию топлива на типичной ТЭС Украины приведены в *табл. 5.12* и на *рис. 5.10*.

Таблица 5.12

Использование энергоресурсов на Трипольской ТЭС (%)

Энергоресурс	Год				
	2000	2001	2002	2003	2004
Уголь	43,4	65,2	68,1	55,9	76,5
Мазут	0,5	1,3	1,3	0,2	0,1
Газ	56,1	33,5	30,6	43,9	23,4

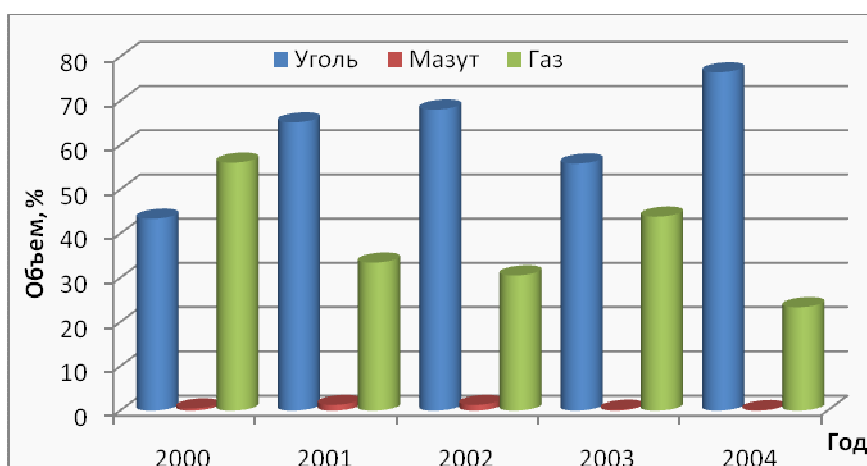


Рис. 5.10. Объемы использования различных видов топлива на Трипольской ТЭС

После измельчения и вдувания пылевидного топлива в тепловой агрегат происходит его подсушка, нагрев и возгорание в факеле с образованием золошлаков. В зависимости от агрегатного состояния топлива и окислителя различают гомогенное и гетерогенное горение. Основа горения – реакции окисления горючих составляющих топлива, в результате которых входные компоненты превращаются в продукты сгорания с иными физико-химическими свойствами.

Различают полное и неполное сгорание топлива. При полном теоретическом сгорании вся химическая энергия топлива переходит в тепловую, в продуктах сгорания кроме азота и избытка/недостатка кислорода присутствуют оксиды горючих элементов высшего порядка – CO_2 , H_2O , SO_2 . В процессе неполного сгорания в системе кроме теоретических продуктов сгорания возникают продукты недожога – CO ,

$C_{\text{ТВ}}, H_2, CH_4, C_xH_y$.

В зависимости от массового/объемного соотношения топлива и окислителя (воздух/кислород) различают стехиометрическое и нестехиометрическое горение. При стехиометрическом горении используют теоретически необходимое количество окислителя с коэффициентом избытка воздуха $\alpha=0$. В условиях нестехиометрического горения коэффициент избытка воздуха может составлять $\alpha<1$ или $\alpha>1$.

В случае $\alpha<1$ в системе имеется недостаток кислорода и в продуктах неполного сгорания присутствуют оксиды высшего порядка и соединения неполного сгорания $CO, C_{\text{ТВ}}, H_2, CH_4, C_xH_y$. В случае $\alpha>1$ в системе имеется избыток кислорода в продуктах полного сгорания присутствуют оксиды высшего порядка.

Оценка масштабов загрязнения всех сфер ОПС деятельностью одной из крупнейших тепловых электростанций Украины – Трипольской ТЭС, приведены на *рис. 5.11-5.12. а,б,в* по данным [12].

Добываемые на Украине угли являются основным энергоносителем и сырьем для коксохимической промышленности и энергетики. Возникающие при использовании отечественных углей проблемы определяются высоким содержанием серы (3-4% и более) и зольностью энергетических углей до 40-60%, дающих основную массу выбросов ТЭС (67-77%) и коксохимзаводов (более 50%), а также примесями токсичных элементов: Hg, As, Pb и др., чем обусловлена критическая экологическая ситуация промышленных центров Украины. Принципиальная схема золошлакоулавливания на ТЭС приведена на *рис. 5.13*.

Помимо экологической проблемы высокая сернистость углей приводит к усилению коррозии поверхностей нагрева котлоагрегатов ТЭС, использующих пылеугольное топливо, ограничивает возможности использования в коксохимии некондиционных по сере углей и экспортные возможности Украины.

Низкое качество углей, с зольностью 40-60% и сернистостью 4-5% – это снижение выработки электроэнергии на 25-30% относительно проектной и необходимость использования для «подсветки» факелов в котлоагрегатах ТЭС значительного количества мазута (10-20% от массы сжигаемого угля) и природного газа (70-180 м³/т угля), импортируемых на Украину.

Традиционный путь снижения выбросов сернистых соединений ТЭС – очистка химическими и каталитическими методами не оптимален с экономической и с экологической точек зрения. Более эффективным является использование очищенного от серы угольного топлива. Поэтому разработка технологий и оборудования для предварительной десульфурации и обогащения коксующихся и энергетических углей является в настоящее время основной проблемой для Донбасса и в целом для Украины.

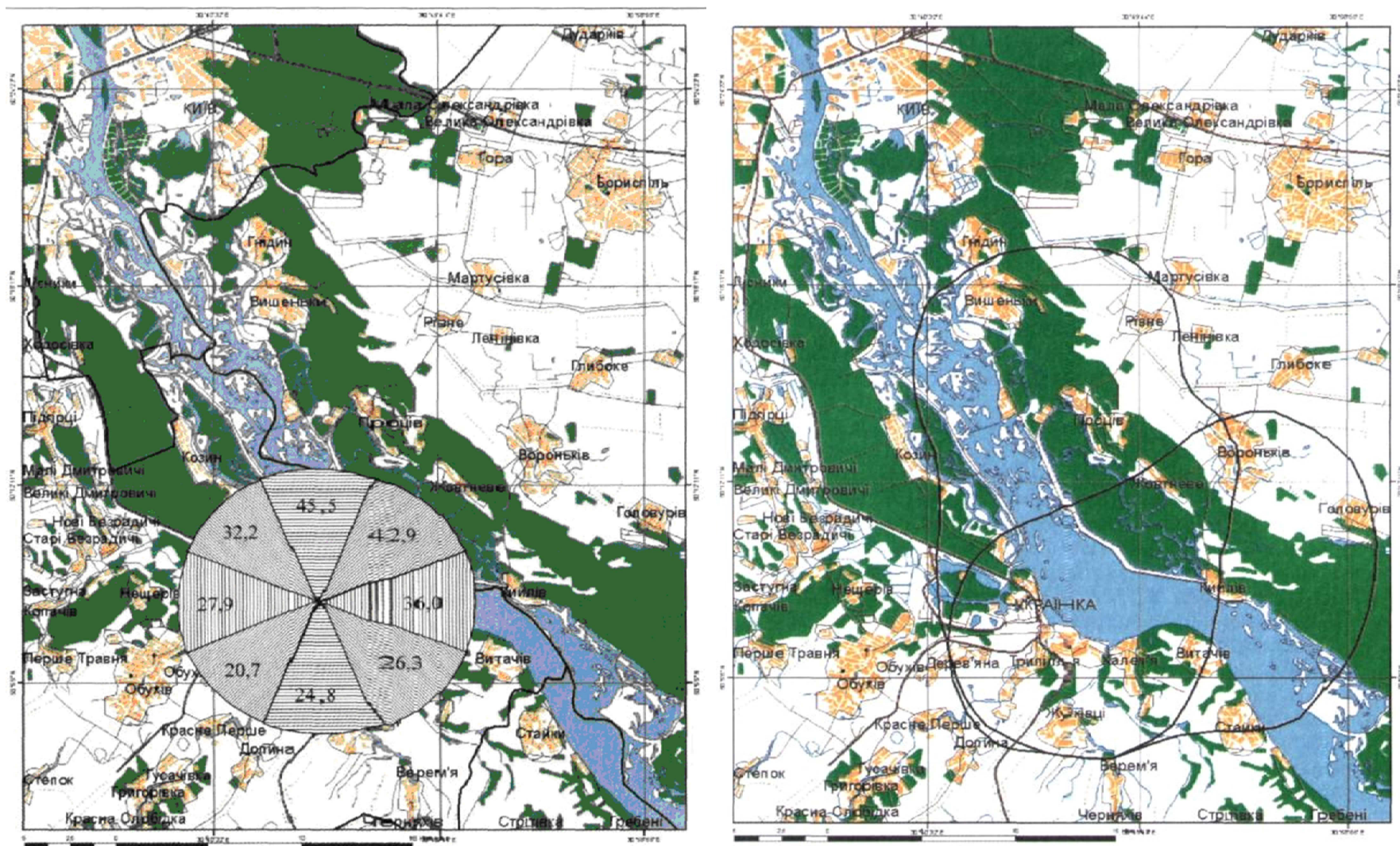


Рис. 5.11. Экспертная оценка загрязнения техногенной пылью почв в районе Трипольской ТЭС (а) и сезонные ареалы загрязнения почв техногенной пылью отходов Трипольской ТЭС (б)

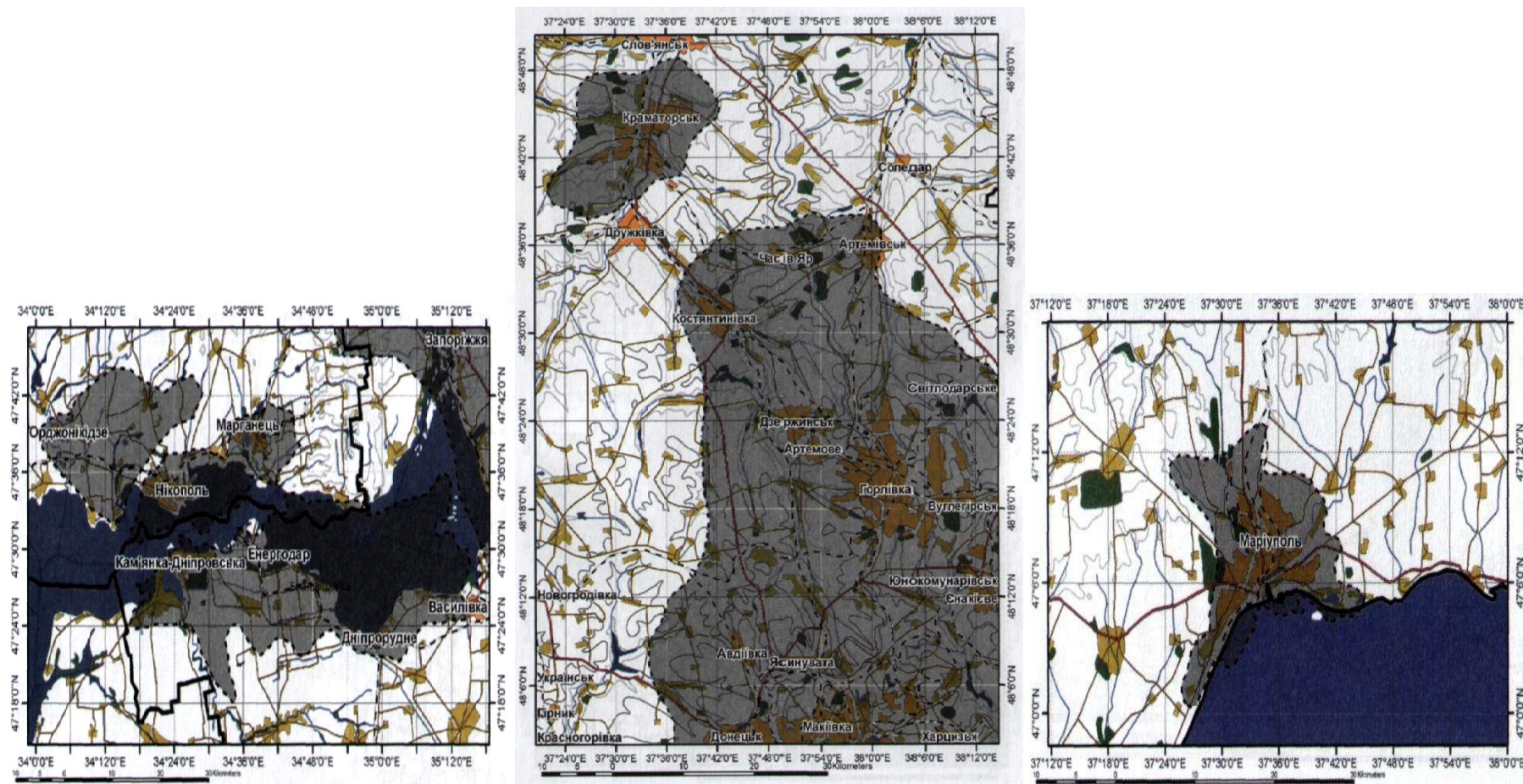


Рис. 5.12, а. Ареалы загрязнения почв пылью пространственно распределенных источников ПО Трипольской ТЭС

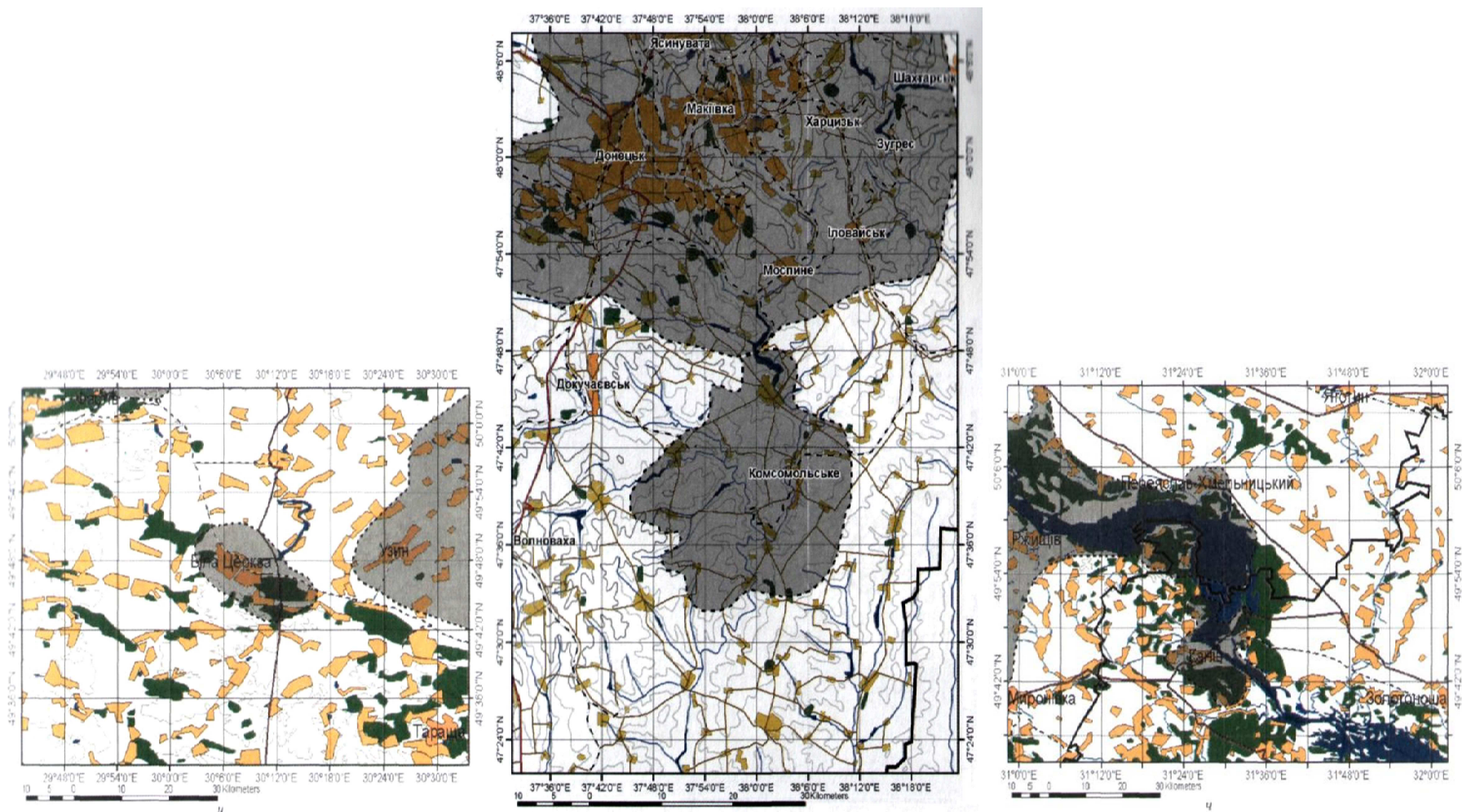


Рис. 5.12, б. Ареалы загрязнения почв пылью пространственно распределенных источников ПО Трипольской ТЭС

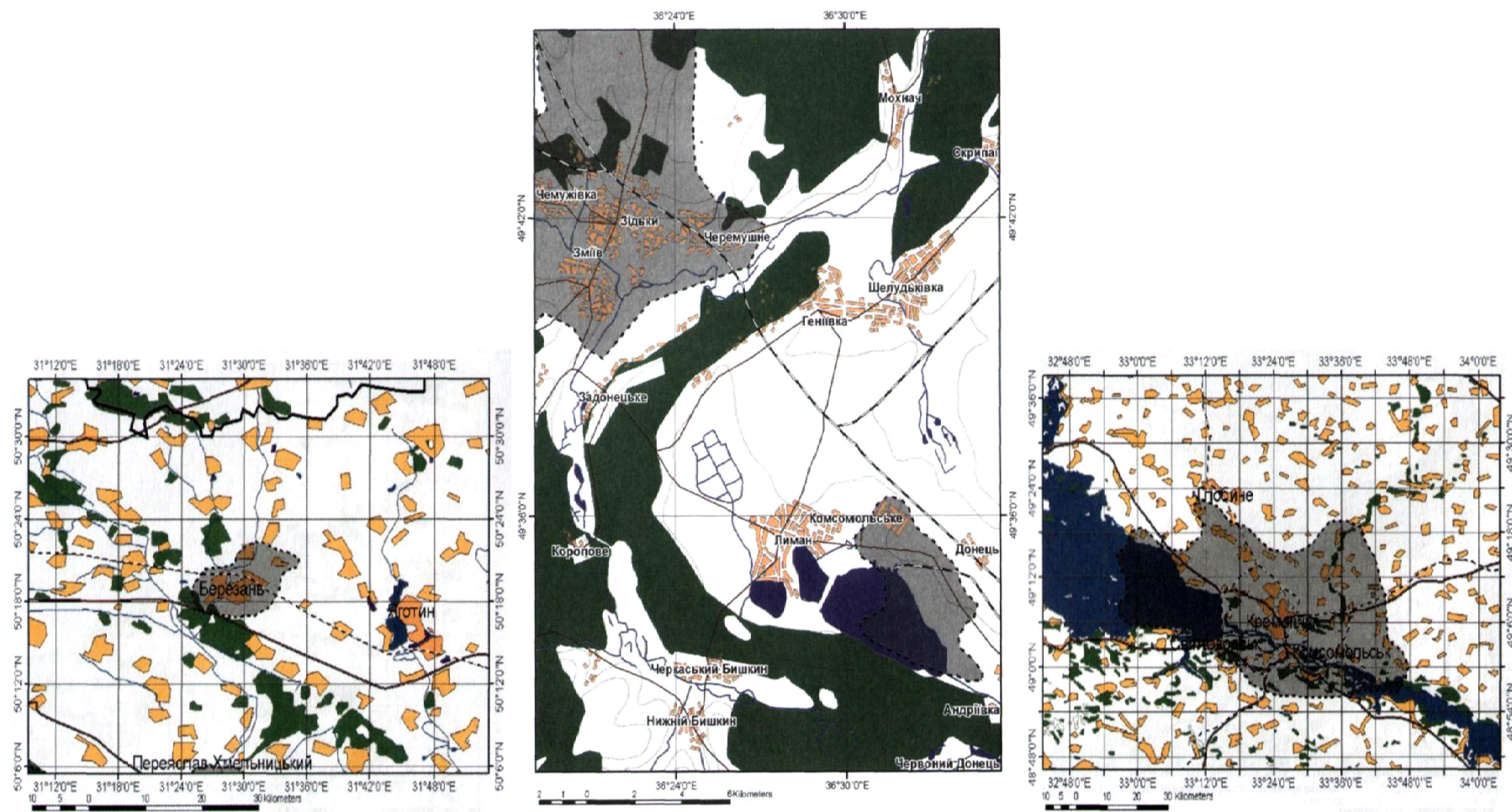


Рис. 5.12, в. Ареалы загрязнения почв пылью пространственно распределенных источников ПО Трипольской ТЭС

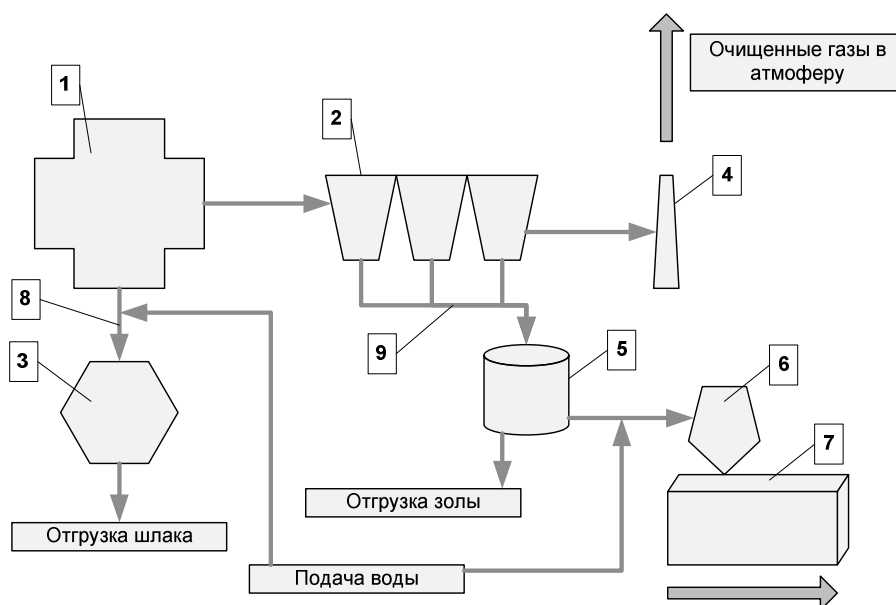


Рис. 5.13. Принципиальная схема золошлакоулавливания на ТЭС

1 – котлоагрегат; 2 – золоуловители; 3 – шлакоотстойник; 4 – дымовая труба;
5 – сборный силос золы; 6 – смеситель; 7 – багерная насосная; 8 – система
гидротранспорта шлака; 9 – система пневмотранспорта золы

В научных лабораториях США, Англии, Японии, Китая, Чехии, России и Украины имеются криомагнитные установки для исследования процессов магнитной сепарации и обогащения углеродов, на которых показано, что магнитная сепарация в сильных магнитных полях 3-5Тл и более, создаваемых сверхпроводниковыми магнитами – единственный эффективный (и экологически чистый) способ извлечения слабомагнитных и мелкодисперсных включений, (пириты, марказиты, сульфаты, пирротины и др.).

Для того, чтобы криомагнитные сепараторы гармонично вписывались в существующие технологические процессы без существенных дополнительных капитальных затрат необходимо разрабатывать сепараторы двух разновидностей – для «мокрой» и «сухой» предварительной очистки углей.

На стенде Института физико-органической химии и углеродов НАН Украины и Донецкого физико-технического института НАН Украины закончен цикл технологических испытаний «мокрой» очистки углеродов: питания и отходов флотации и флотоконцентрата. Определены оптимальные параметры технологических режимов: величина магнитной индукции, концентрация и скорости движения пульпы, классы крупности углеродов, тип ферромагнитных фильтрующих элементов, степень насыщения их магнитной фракцией угля, режимы дополнительного смыва водой немагнитной и конечного смыва магнитной фракций, обогащенной серой и др. золообразователями.

В испытаниях использовались углероды всех шахт и ЦОФ

Донецкого региона. Испытания показали, что магнитная сепарация в поле 3-5 Тл обеспечивает извлечение неорганической серы (пирит, марказит, пирротин) в объеме 80-90%, снижение зольности в обогащенном продукте на 40-50%, а увеличение теплоты сгорания в среднем составило 12-18%, а в некоторых достигало 20-25%.

Расчеты, выполненные Институтом экономики промышленности НАН Украины, показали, что экономический эффект от внедрения сепаратора СКМ-10М на ЦОФ, образованный за счет повышения качества угля при снижении в нем содержания серы пиритной на 80% и зольности на 40-45%, составляет около 50грн/т. Оптимальным вариантом с точки зрения экономической эффективности внедрения таких сепараторов является создание сепаратора СКМ-50М производительность 50 т/ч.

Доказано, что внедрение четырех сепараторов СКМ-50М общей производительностью 200 т/ч (потребность ЦОФ «Киевская», АП «Шахта им. А.Ф.Засядько») позволит обогатить 1218 тыс. т/год угля, а чистая прибыль за год составит 6133 тыс. грн. Срок окупаемости сепараторов – около 3 лет, рентабельность готовой продукции – 39%.

Использование криомагнитных сепараторов «сухой» очистки угля позволит:

- повысить рентабельность и экономические показатели ТЭС за счет использования очищенного угольного топлива и доведения его до паспортных показателей по зольности 20-22%, содержанию неорганической серы менее 1,0% и теплоте сгорания до 25-30 Мдж/кг;
- повысить надежность, безопасность и срок эксплуатации котлоагрегатов ТЭС за счет снижения коррозионной нагрузки на поверхности нагрева котлов путем снижения содержания S в угле на 50-70%;
- уменьшить количество дорогостоящего импортного мазута и газа для подсветки факелов котлоагрегатов ТЭС;
- разработать технологию комплексного использования топлива с полной утилизацией GJ магнитной очистки и сгорания. Предварительная очистка угля до сжигания одновременно решает проблемы надежности оборудования ТЭС, в первую очередь котлов, экономики и экологии.

На *рис. 5.14* приведена фотография бункеров для угольной золы на типичной ТЭС Великобритании. В *табл. 5.13* и *5.14* приведены физико-химические свойства золы британских энергетических углей. Западные страны, где очень развит промышленный симбиоз, используют около 70% образующихся ЗШО. В Польше резко повышена цена на землю под золоотвалы, поэтому ТЭС доплачивают потребителям золы для снижения затрат на ее хранение. В Великобритании и Германии действуют специализированные фабрики по сбыту золы и шлаков.



Рис. 5.14. Бункера для угольной золы на типичной ТЭС Великобритании

Таблица 5.13

Физические свойства золы энергетических британских углей

Свойства	Типичные значения
Плотность прессованной золы	от 1200 кг/м ³ до 1700 кг/м ³
Плотность свободной золы	от 1100 кг/м ³ до 1600 кг/м ³
Относительная плотность (сухая)	от 2,0 до 2,4
Удельная теплоемкость	от 0,8 до 0,7 Дж/кг°С
Водная проницаемость спрессованной золы	от 10 ⁻⁹ до 10 ⁻⁶ м/с
Электрическая проводимость	0,09 В/м°К

Таблица 5.14

Химический состав золы типичных энергетических британских углей

Элемент	Типичные значения
Кремний (% в SiO ₂)	38-52
Алюминий (% в Al ₂ O ₃)	20-40
Железо (% в Fe ₂ O ₃)	6-16
Кальций (% в CaO)	1,8-10
Магний (% в MgO)	1,0-3,5
Натрий (% в Na ₂ O)	0,8-1,8
Калий (% в K ₂ O)	2,3-4,5
Титан (% в TiO ₂)	0,9-1,1
Хлор (% в Cl)	0,01-0,02*
Потеря веса на прокаливании (%)	3-20
Сульфат (% в SO ₃)	0,35-2,5
Свободный оксид кальция (%)	<0,1-1,0
Сульфаты, растворенные в воде (г/л в SO ₄)	1,3-4,0
Вытяжка из водного раствора 2:1	
Щелочей всего (% в Na ₂ O _{экв})	2,0-5,5
Растворимые в воде щелочи (% в Na ₂ O _{экв.})	0,3-1,0
pH	9-12

* Содержание хлорида может достигать 0,3% для золы, увлажненной морской водой

Химический и минералогический состав ЗШО таков, что их правильнее считать обогащенным сырьем для различных отраслей промышленности. Золошлаки, в основном, экологически не опасны, обладают консервирующими свойствами, что позволяет использовать их для захоронения и утилизации других отходов, в том числе опасных

На *рис. 5.15* приведены данные об утилизации золы энергетических углей в Китае (по отраслям). Всего в 2002 г. в Китае произведено 150 млн. т золы, из них утилизировано 66%. На *рис. 5.16-5.18* приведены принципиальная схема гидрозолошлакоудаления на ТЭС, типы укладки ЗШО и конструкции дамб наращивания объемов ЗШО. Продукция на основе золошлаков может стать источником инвестиций на техническое перевооружение ТЭС и покрытия экологических платежей на содержание золоотвалов. ЗШО можно использовать как добавки и наполнители при производстве широкого спектра строительных материалов: цемента, бетонов, растворов, кирпича, керамики и т.д. [3].

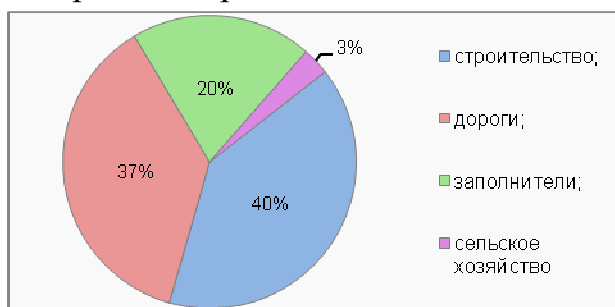


Рис. 5.15. Утилизация золы энергетических углей в Китае

Они хорошо зарекомендовали себя при укладке в земляное полотно автодорог и в др. производствах. На основе ЗШО производят бесклнкерные и малоклнкерные вяжущие, шлаковый песок, щебень, сухие строительные смеси.

Несмотря на очевидные выгоды и перспективы широкого применения ЗШО, объем их использования в нашей стране не превышает 10%. Утилизация золошлаков требует решения комплекса вопросов – от разработки технических условий на их применение, технологических линий по переработке, транспортных и погрузочно-разгрузочных средств, до перестройки психологии хозяйственников в отношении вторичных минеральных ресурсов.

Состав шлаков и золы определяется составом минеральной части топлива и способом его сжигания. Из существующих промышленных отходов Донбасса наиболее реальными источниками нетрадиционного минерального сырья являются золы углей и отвалы обогатительных фабрик.

Статистические данные о работе ТЭС свидетельствуют, что на 1 кВт установленной мощности ежегодно образуется в среднем 500 кг ЗШО. В районе Змиевской ГРЭС (Украина) создан золошлакоотвал, площадью

более 350 га, где накоплено более 27,7 млн. т мелкозернистых ЗШО с размерами частиц 60-200 мкм. В золе установлено присутствие ^{40}K , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{137}Cs . При этом уровень радиоактивности по данным ИПМаш НАНУ и ХНУ им. Каразина был в 4-5 раз ниже ПДК этих элементов для почвы. В золе содержание ряда элементов составило, % масс.: Fe – 12; Ca – 1,2; K – 1,8; Cu, Zn, Sr, Zr – в диапазоне 0,068-0,013. Отмечено некоторое превышение ПДК по свинцу для почв.

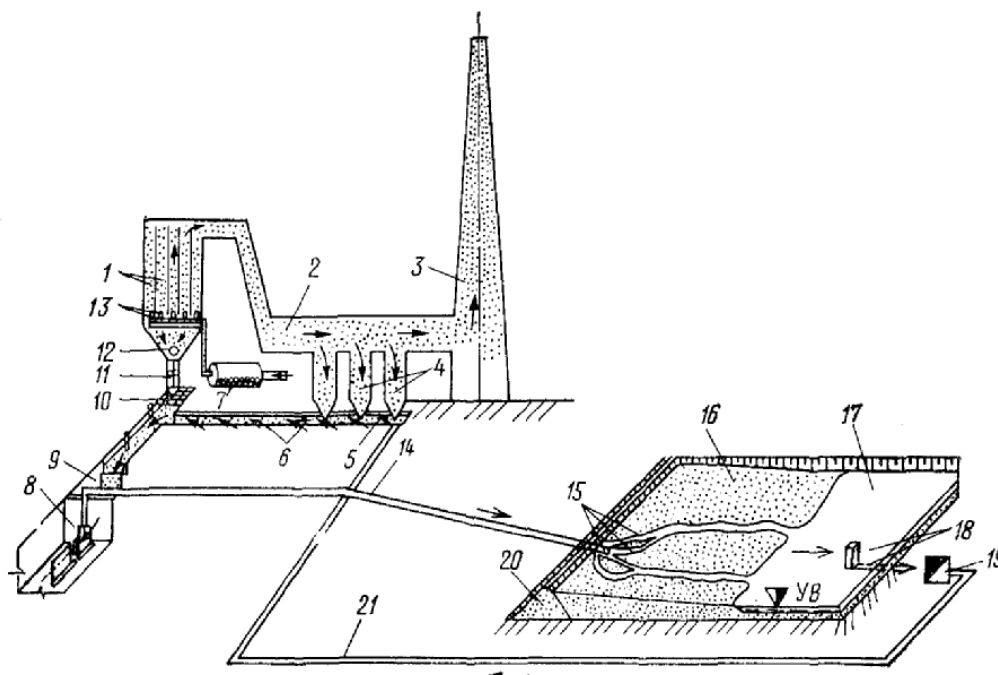


Рис. 5.16. Принципиальная схема гидрозолошлакоудаления на ТЭС

1 – котлоагрегат; 2 – дымовой (зольный) канал; 3 – дымовая труба; 4 – золоуловители; 5 – смывной канал гидрозолоудаления; 6 – побудительные сопла; 7 – пылеугольная мельница; 8 – багерный насос; 9 – приемный зумпф; 10 – решетка задержки крупных шлаковых включений; 11 – дробилка шлака; 12 – шлаковая шахта; 13 – форсунки подачи пылеугольного топлива; 14 – напорный пульпопровод; 15 – потоки пульпы; 16 – надводный откос намыва; 17 – пруд-отстойник; 18 – водосборный колодезь

Необходимым требованием создания экологически чистой ТЭС на твердом топливе является, в частности, утилизация ЗШО. К настоящему времени имеется значительный опыт утилизации золошлаковых отходов ТЭС, подтверждающий высокую эффективность, их использования в экономическом и экологическом отношении.

Однако в настоящее время доля используемых отходов весьма мала – всего 10% общего выхода, из них около 70% находят применение в строительстве и 30% – в сельском хозяйстве. Одним из путей решения экологических проблем утилизации золы-уноса и получения вторичного энергоносителя – водорода – являются плазмохимические технологии конверсии, которые обеспечивают достижение значительной энергетической эффективности процесса.

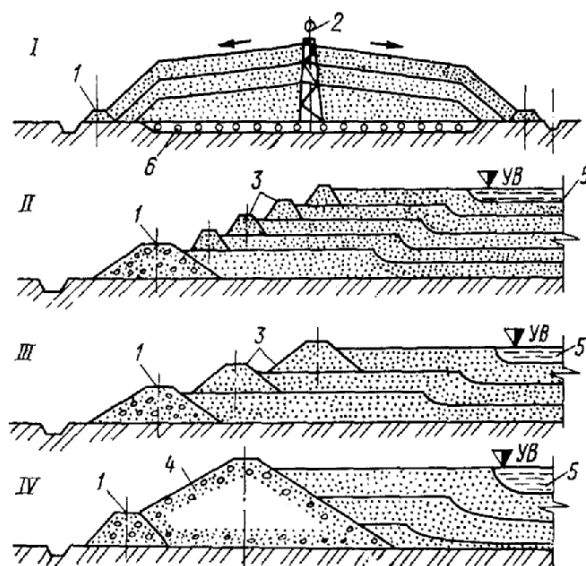


Рис. 5.17. Типы укладки ЗШО

1 – первичная дамба; 2 – распределительный пульпопровод; 3 – наращиваемая дамба; 4 – ограждающая грунтовая дамба; 5 – пруд-отстойник; 6 – дренаж трубопроводный

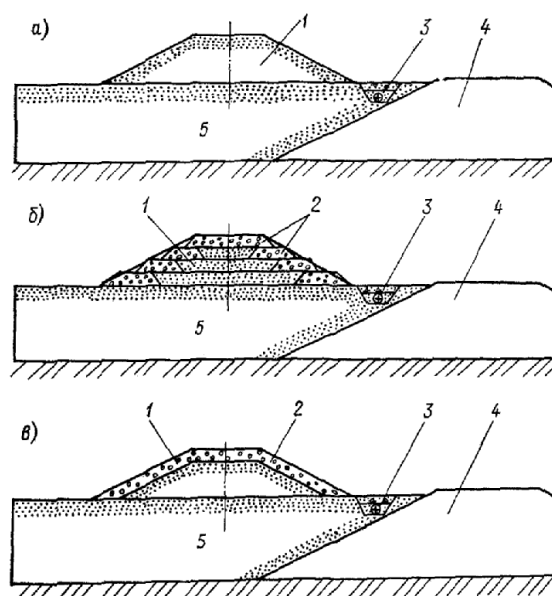


Рис. 5.18. Конструкции дамб наращивания объемов ЗШО

а – однородная дамба из ЗШО; б – дамба композитного типа с наружными призмами из грунта; в – дамба композитного типа с обсыпкой наружного контура грунтом.
1 – золошлаковый материал; 2 – местный грунт; 3 – дренаж трубопроводный;
4 – первичная дамба; 5 – намытый золошлаковый материал

Это стало возможным благодаря разработанным техническим приемам дозированной подачи энергии в процессе развития высокочастотного электрического разряда барьерного типа, что обеспечивает термодинамические условия генерации низкотемпературной подачи в межэлектродном пространстве.

При плазмохимических методах конверсии затраты энергии на проведение процесса сводятся к покрытию энтальпии реакции с коэффициентом полезного использования энергии около 80%. При этом затраты высокоорганизованной и, как следствие, наиболее дорогостоящей электрической энергии составляют от 10 до 40%, остальной вклад энергии обеспечивается за счет химической энергии углерода, содержащегося в исходных материалах. Полученный синтез-газ в результате плазмохимической обработки золы-уноса может быть использован на ТЭС для стабилизации горения высокосольных углей взамен природного газа.

Серьезную проблему представляет утилизация золошлаков, накопившихся на территории Сумского предприятия «СумыТЭКо». Общая площадь золоотвала составляет 5,3 га, а его емкость – 195 м³. В пробах из золоотвала методом спектроскопии обнаружено значительное, по сравнению с кларком литосферы, количество Be (2 мг/кг), Co (70 мг/кг), Bi (2 мг/кг), а также As (70 мг/кг).

Проведенные исследования радиоактивности золошлаков показали, что этот материал безопасен и может быть использован для всех видов строительства. ЗШО пригодны для приготовления бетонов, в цементном производстве, при производстве глиняного кирпича. Перед употреблением ЗШО в дорожном строительстве или для рекультивации нарушенных земель их необходимо очистить от солей мышьяка, чтобы предотвратить попадание соединений данного токсичного элемента в подземные воды.

Зола твердого топлива представляет собой сложную многокомпонентную минералогическую систему. В соответствии с [3] петрографический и минералогический состав золы приведен в *табл. 5.15*. В *табл. 5.16* представлен фазово-минералогический состав золы Донецких углей, образующейся на Запорожской ГРЭС [3].

На *рис. 5.19 а, б* представлены: а) – оптические микрофотографии частиц золы львовско-волинских углей, сжигаемых на Бурштинской ГРЭС и Интинской ТЭЦ и б) – электронные микрофотографии британских энергетических углей. Основным препятствием в использовании ЗШО в сельском хозяйстве в качестве микроудобрения является их потенциальная радиоактивность и высокое содержание загрязняющих примесей.

При хранении в золоотвалах и использовании золы и шлаков в сельском хозяйстве возможная их опасность должна учитываться по следующим показателям: радиационному, миграционному, общесанитарному, транслокационному и токсикологическому:

- *миграционный* показатель определяется по концентрации токсичных компонентов в кислотных, ацетатаммонийных и водных вытяжках;
- *общесанитарный* показатель вредности определяется по изменению микробиоциноза почвы под воздействием ЗШО, сопровождающемуся ухудшением процесса ее самоочищения;

Таблица 5.15

Фазово-минералогический состав золы некоторых углей стран СНГ

Вид угля и ТЭС	Состав
Донецкий, Ладыженская ГРЭС	Стеклофаза, кварц, кальцит, ангидрит, оксиды железа, силикаты кальция
Донецкий, Мироновская ГРЭС	Стеклофаза, кварц, магнетит, гематит, силикаты кальция
Донецкий, Молдавская ГРЭС	Стеклофаза, кварц, оксиды железа, обожженное глинистое вещество
Донецкий, Новочеркасская ГРЭС	Стеклофаза, кварц, магнетит, гематит, силикаты кальция
Ангренский, Ангренская ГРЭС	Стеклофаза, кварц, кальцит, ангидрит, оксиды железа, силикаты кальция
Львовско-волинский, Бурштынская ГРЭС	Стеклофаза, кварц, магнетит, гематит, ангидрит
Подмосковный, Щекинская ГРЭС	Стеклофаза, кварц, оксиды железа, обожженное глинистое вещество

Таблица 5.16

Фазово-минералогический состав золы Донецких углей

Фаза, минерал	Содержание % масс.	Размеры, мкм	Форма и др. особенности
Полые гранулы	3	18-60	Прозрачные, бесцветные, состав близок к натроизвестковым кремнеземистым стеклам
Угольная часть.	3	50-120	-
Плавленный полузаполненный гранулят	15	12-240	Гранулы неправильной формы, кремнеземистого состава,
Кварц	4	6-30	Обломки неправильной формы
Кремнистые породы	10	40-60	Обломки и агрегаты неправильной формы, полуоплавленные
Плагиоклазы	10	30-60	Слабооплавленные обломки
Полевые шпаты	8	10-20	Слабооплавленные обломки
Гипс и полугидраты гипса	1,5	15-20	Обломки неправильной формы
Глинистые минералы	1	6-30	Слабооплавленные обломки
Плавленный гранулят	2	6-100	Прозрачные бесцветные стекла состава $K_2OxNa_2OxA1_2O_3 \times CuO_2$
Карбонаты	0,5	60	Кальцит, доломит, магнезит
Рудные минералы	2	30-80	Полностью изменены и оплавлены
Черный магнитный плавленный гранулят	22	6-30	Оплавленные обломки, непрозрачные
Кристаллит и тридимит	15	120	Оплавленные зерна
Кварцевополевошпатные сростки с примесью руд	3	60-80	Оплавленные зерна, стекла железистые типа шпинелей

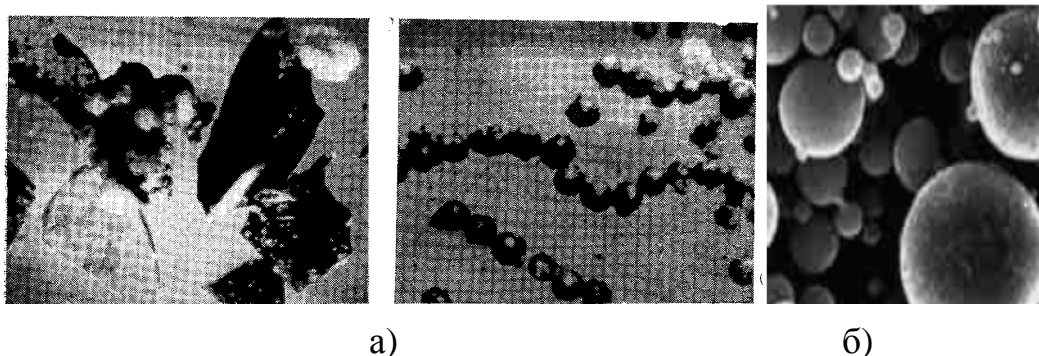


Рис. 5.19. Микрофотографии частиц золы (крупность 0,063 и 0,125 мм)

- *транслокационный* показатель прослеживает цепочку «почва-растение-пища» и определяется по накоплению и количественному переходу микроэлементов из одного звена цепочки в другое;
- *токсикологический* показатель определяется степенью вредного воздействия микроэлемента на организм.

Исследования показывают, что применение золошлаков в сельском хозяйстве улучшает агрофизические свойства почвы, пополняет ее микро- и макроэлементный состав, улучшает пористость, нейтрализует кислотность.

Российскими учеными установлено, что повышение урожайности с/х культур под воздействием мелиоранта на основе золы канско-ачинских углей (КАУ) Сибири объясняется не только ее нейтрализующей способностью, но и присутствием в ней макро- и микроэлементов, таких как калий, марганец, фосфор, бор, стронций, молибден, селен и др.

В связи с тем, что некоторые микроэлементы и тяжелые металлы способны аккумулироваться в растениях и влиять на качество с/х продукции, проведено изучение валового содержания этих компонентов, а также содержания подвижных форм некоторых из них в золе КАУ, почве и растениях. Исследования показали, что зола КАУ не создает опасности превышения в почве ПДК ни для одного из перечисленных компонентов, притом некоторые из них способствуют повышению плодородия почвы.

Харьковская область представляет собой промышленно-аграрный регион Украины. Одним из предприятий, оказывающих негативное воздействие на экологию области, является Змиевская ГРЭС. В результате работы ТЭС образовался золошлакоотвал, представляющий собой минеральную мелкозернистую фракцию с размером частиц от 60 до 200 мкм и занимающий площадь 350 га. Сейчас масса золошлаковой смеси составляет 27698496 т.

Исследования химсостава ЗШО Змиевской ГРЭС показали, что в золе обнаружены ^{40}K , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{137}Cs , однако уровень радиоактивности был в 4-5 раз ниже предельно допустимого для почвы. Определение химсостава золы показало, что в ней содержится Fe-12, Ca-1,2, K-1,8%, Cu, Zn, Pb, Sr, Zr – от 0,068 до 0,013%.

Харьковский Национальный Университет им. Каразина провел экологический мониторинг в районе действия Змиевско-Балаклейского промышленного региона с учетом влияния Змиевской ГРЭС и крупнейшего предприятия цементной промышленности – ОАО «Балаклейского цементного комбината».

В процессе исследований изучали изменение форм поллютантов в почве, их взаимосвязь и образование труднорастворимых соединений, сравнение полученных результатов с кларковой концентрацией изученных поллютантов в данном регионе хромовых и ванадиевых кислот малорастворимы и их нахождение в указанных районах вполне закономерно.

Результаты исследований подтвердили повышенное содержание Cr, Ni, Pb, Sr, Zn в почвах в районах п. Гинеевка и дома отдыха в пойме р. Северский Донец. Для оценки возможности использования золошлаков Змиевской ГРЭС в качестве микроудобрений необходимо провести дополнительные исследования:

- определение радиоактивности ЗШО;
- полное изучение его микроэлементного состава, в частности тяжелых металлов;
- изучение канцерогенных свойств;
- наблюдение за усвоением экспериментальными растениями микроэлементов ЗШО (посев, выращивание растений, лабораторные исследования накопления различными частями растений микроэлементов, содержащихся в почве и ЗШО).

По своей активности ЗШО делятся на активные, скрытоактивные и инертные. ЗШМ, образующиеся при сжигании ангренских, иршабородинских и Назаровских углей, эстонских и кашпирских сланцев, торфа Ивановской обл. РФ и Минской обл. Беларуси являются активными, львовско-волинских, челябинских, азейских, хакасских углей – скрытоактивными; донецких, артемовских, карагандинских, воркутинских углей – инертными.

По данным института ВНИПИТеплопроект для производства зольного гравия можно использовать золу ТЭС, содержащую не более 10% несгоревшего топлива, оксидов Ca и Mg – не менее 8%, а Fe_2O_3 – не менее 7%. Подготовка золы к использованию включает при этом ее сушку и прокалку, помол в шаровых или вибрационных мельницах совместно с корректирующими добавками тугоплавкой глины или легкоплавкими солями (для тугоплавкой золы). Затем осуществляют грануляцию шихты на тарельчатых грануляторах, их сушку и обжиг в барабанных печах при $T=1200-1300^\circ\text{C}$, охлаждение и рассев по фракциям.

Для грануляции использован водный раствор сульфитно-спиртовой барды плотностью $1,06 \text{ г/см}^3$ с расходом 22-27% от массы золы.

При использовании золошлаковых отходов важное значение имеет

содержание в них соединений серы. В классифицированных группах ЗШО оно составляет, %: I – 0,5-12,5; II – 0,5-3,5; III – 0,5-2,5. Зола уноса ряда углей Великобритании используется для изготовления кирпича (табл. 5.17).

Таблица 5.17

Состав шихты для производства кирпича с использованием летучей золы в Великобритании

Элемент		Глина для кирпича, %	ЛЗ, %
Кремний	SiO ₂	80-43	58-38
Алюминий	Al ₂ O ₃	35-8	40-20
Железо	Fe ₂ O ₃	12-0	16-6
Известняк	CaO	26-0	10-2
Магний	MgO	13-0	3,5-1
Калий	K ₂ O	6,5-1,5	5,5-2,0
Натрий	Na ₂ O	1,5-0	
Сера	SO ₃	5,6-0	2,5-0,5

Особенно перспективным является использование золошлаковых отходов ТЭС в производстве ячеистого бетона, сооружении дорог, полов промышленных зданий, укреплении грунтовых оснований и цементации оснований плотин, производстве низкомарочных вяжущих, заполнителей в тяжелых и легких бетонах, получении шлаковой пемзы. Использование золы ТЭС в производстве ячеистых бетонов снижает массу стеновых панелей в 2-4 раза.

В настоящее время более 2 млн. т/год золы ТЭС используют в мировой практике для производства ячеистых бетонов (табл. 5.18). Замена песка золой ТЭС ускоряет их твердение. В ФРГ 80% промышленных зданий сооружено с использованием золы ТЭС. В Польше за последние годы использование ее в строительстве возросло в 17 раз.

Таблица 5.18

Физико-механические свойства бетона, изготовленного из золы уноса

Область использования	Вид смеси	Достигаемый эффект
Бетон тяжелый	Зола ТЭС	Экономия цемента 15-30%
Бетон легкий	Зола ТЭС в качестве заполнителя	Экономия цемента 10-20%, снижение плотности бетона на 100-300 кг/м ³
Бетон ячеистый	Зола ТЭС	Снижение общего расхода сырья в 2-4 раза
Стройматериалы - легкие заполнители - глинозольный керамзит	Зола ТЭС	Снижение массы перекрытий на 30-40%, расхода глины на 30-70%, плотности массы в 1,5-2 раза

В СССР в конце 80-х гг. XX в. ежегодно изготавливали 500 тыс. м³ ячеистых бетонов на основе золы ТЭС, что составляло более 15% их

общего производства. Наиболее эффективным является применение золы ТЭС в «тощих» бетонных смесях для замены части портландцементов.

Технология получения полимерной композиции для изготовления кислотостойких высокопрочных пластмассовых изделий разработана в Республике Казахстан. Технология с использованием микросфер, выделенных из золы ТЭС, включает подбор их количественного и качественного состава и базовых марок полимеров (полиэтилен, полипропилен и др.) в зависимости от условий эксплуатации, предварительное совмещение микросфер с гранулами полимера в реакторе специальной конструкции и изготовление изделий в литьевых машинах или экструдерах (рис. 5.20).



Рис. 5.20. Реактор для совмещения гранул полимера с микросферами ЗШО

Технология обеспечивает: снижение расхода базовых марок полимеров в 1,15-1,3 раза; увеличение срока эксплуатации пластмассовых изделий при контактах их с агрессивными средами в 2-3 раза; устойчивость пластмассы к горению и действию повышенных температур и давления; снижение стоимости пластмассовых изделий в 1,2-1,3 раза.

По новой технологии на АО "Казцинк" освоено производство следующих изделий: центробежные насосы КНХ 65-40-200; уплотняющие катодные планки при электролизе цинка;- двухзаходные краны и запорная арматура; распылители серной кислоты; стопорные устройства для заряжания взрывных скважин рассыпными взрывчатыми веществами (рис. 5.21).



Рис. 5.21. Изделия из новой композиции

Опытно-промышленные испытания пластмассовых изделий из новой совмещенной полимерной композиции показали, что эти изделия могут успешно конкурировать с изделиями из Ti, высоколегированных сталей при перекачке концентрированной серной кислоты, электролитов и «царской водки» при отсутствии или умеренной абразивности суспензий. Стоимость пластмассовых изделий из новой композиции меньше в сравнении с изделиями из нержавеющей стали в 6-8 раз и титана – в 25-28 раз.

На Карагандинском заводе «Стройпластмассы» отработана технология изготовления из новой композиции пластмассовых труб диаметром от 16 до 110 мм. Результаты эксплуатации таких труб в цинковом производстве АО "Казцинк" и редкометальном производстве «Жезказганредмета» показали, что срок эксплуатации их в 2 раза больше по сравнению с трубами российского производства.

Для разработки проектной документации и эксплуатации объектов золошлакоотвалов, а также утилизации из них ценных компонентов, необходимо знание химического и фазово-минералогического состава золы и шлака. В процессе высокотемпературного сгорания твердого топлива в котлоагрегатах происходят сложные многофазные превращения его минерального вещества.

Основной глинистый минерал углей – каолинит $Al_2O_3 \cdot CuO_2 \cdot 2H_2O$, при нагреве до $T=450-650^\circ C$ разлагается и переходит в безводный химически активный метакаолинит $Al_2O_3 \cdot 2CuO_2$, а при $T \geq 900^\circ C$ образуется муллит $3Al_2O_3 \cdot 2CuO_2$. Разложение карбонатов кальция и магния, сопровождающееся образованием соответствующих оксидов, происходит в диапазоне $T=600-1000^\circ C$, карбонатов Fe – при $T=400-500^\circ C$.

Кварц претерпевает полиморфное изменение при $T=573^\circ C$, пирит окисляется при $T=400-700^\circ C$ с образованием оксидов Fe и S. В слабовосстановительной среде гематит переходит в магнетит, оксид Fe (II) соединяется с SiO_2 в легкоплавкие силикаты или восстанавливается до Fe.

В зоне высоких температур $T \geq 1200^\circ C$ появляются эвтектические стекловидные смеси, в результате чего возникают новые образования – зола и шлак. В процессе сжигания топлива большая часть минерального вещества превращается в золу и меньшая – в шлак.

Зола большинства видов углей на 98-99% состоит из свободных и химически связанных оксидов Na, K, Si, Al, Ti, Ca, Mg, Fe, S. В зависимости от месторождения добываемых углей золы содержат также соединения большинства РЗМ.

Шлаковая составляющая продуктов сжигания углей содержит кварц, загрязненный недожогом органической части топлива (основная масса), полевые шпаты (до 10%), магнетит (10%), карбонаты, стекла, слюды (до 5%). Указанные составляющие шлака являются сильномагнитными.

Отходы электростанций, работающих на жидком топливе

Остаток термической переработки нефти, имеющий температуру начала кипения 330-350°C, называется мазутом и служит топливом для многих тепловых электростанций. Основной элементный состав мазутов приведен в *табл. 5.19*.

Таблица 5.19

Характеристики элементного состава мазутов

Вид мазута	Элементный состав, % на горючую массу				Зольность, %	Влажность, %
	C ^r	H ^r	O ^r + N ^r	S ^u	A ^p	W ^p
Малосернистый	87,8	10,7	0,8	0,7	0-0,2	0-9
Высокосернистый	84,0	11,5	0,5	4,0	0,3	0-9

С целью утилизации зольных остатков (содержание V₂O₅ – 20-22%, NiO – 3-5%) образующихся на ТЭС при сжигании высокосернистых мазутов, авторами данной книги разработана перспективная технология использования их в черной металлургии. Известен способ получения чугуна из V-содержащих железорудных материалов в шахтной печи, заключающийся в том, что V-содержащие руды обогащают до содержания железа в них более 60%, что соответствует содержанию V₂O₅ 0,45-0,66%, загружают их в печь и получают чугун с содержанием ванадия 0,4-0,55%.

К недостаткам этого способа относится невозможность получения чугуна с содержанием V более 0,6%. Известен также способ получения чугуна, заключающийся в том, что шихтовые материалы обогащают и подают в печь, а в горн печи вдувают нефтепродукты в количестве до 80 кг/т чугуна для улучшения режимов горения топлива. При этом в печь задают нефтепродукты, зольность которых не выше 0,3%. в золе этих нефтепродуктов может содержаться до 20% V₂O₅. При таком содержании золы в мазуте на 1 т чугуна вносится 0,027 кг V₂O₅, т.е. обогащение чугуна ванадием незначительно.

Известные способы не позволяют улучшить качество чугуна из-за низкого содержания в нем V, что связано с невысоким содержанием его в исходной руде и во вносимых материалах шихты. Целью изобретения авторов данной книги являлось повышение качества чугуна за счет увеличения содержания в нем V.

Цель достигается путем выплавки его из предварительно обогащенных легирующими компонентами железорудных материалов. В горн печи вдувают зольные остатки сжигания мазутов, содержащие 2-20% V₂O₅, в количестве 20-60 кг/т чугуна.

Расход их в количестве менее 20 кг/т чугуна не эффективен, т.к. увеличение содержания V в чугуне незначительно по сравнению с существующим. При подаче в печь зольных остатков более 60 кг/т чугуна

ухудшается работа горна печи и качество чугуна (последнее в связи со значительным количеством серы, вносимой зольными остатками).

Вдувание зольных остатков вместо ввода их в аглошихту, обеспечивает более равномерное распределение V и высокое его усвоение. Предварительно обогащенная и окускованная руда и другие добавки подаются в печь. Одновременно в горн печи вдувают через формы, предварительно подготовленные зольные остатки. Химический состав зольных остатков, получаемых при сжигании мазутов на различных электростанциях, приведен в *табл. 5.20*.

Таблица 5.20

Состав зольных остатков, получаемых при сжигании мазутов на ТЭС

Место отбора проб зольных остатков	Содержание компонентов, % масс.					
	Fe _{общ.}	SiO ₂	CaO	V ₂ O ₅	S	проч.
Ново-Рязанская ТЭЦ	5,3	10,8	30,1	19,6	0,4	30,8
Литовская ГРЭС	22,1	9,6	22,4	2,63	0,34	25,6
Харьковская ТЭЦ-4	24,3	6,3	6,3	5,02	3,6	45,4

Как показывают расчеты, при начальном содержании пентаоксида ванадия в исходной шихте 0,4% конечное содержание ванадия в чугуне составит 0,5%. При введении в печь для получения чугуна зольных остатков сжигания нефтепродуктов в котлоагрегатах тепловых электростанций при содержании в них 2-20% V₂O₅, в количестве 20-60 кг/т чугуна, конечное содержание ванадия в чугуне составит 0,53-1,07%.

На первой стадии исследований проводили выплавку ванадиевого чугуна из шихтовых материалов, состав и расход которых аналогичны условиям «Чусовского металлургического завода» (Российская Федерация).

Предварительно измельченную шихту проплавливали в тигле при 1630-1680°C в течение 1 ч. Выплавку ванадиевого чугуна проводили без добавки к шихтовым материалам зольных остатков. На второй стадии к шихтовым материалам (количество, как на первой стадии) добавляли зольные остатки сжигания нефтепродуктов на ТЭС с содержанием V₂O₅ от 2 до 25%. Выплавку осуществляли при тех параметрах процесса, что и на первой стадии. Содержание V₂O₅ в шихте для всех опытов составляло 0,54%.

Как показали результаты опытов, введение зольных остатков сжигания нефтепродуктов, содержащих от 2 до 20% V₂O₅, повысило содержание ванадия в готовом чугуне от 0,54% до 1,18% [13].

Предлагаемый способ обеспечивает получение ванадийсодержащего чугуна с повышенным и регулируемым содержанием ванадия, позволяет получить чугун с повышенным содержанием ванадия, утилизировать соединения редких металлов, в частности, ванадия, являющегося

дорогостоящим и дефицитным компонентом при производстве многих видов промышленной продукции.

При этом обеспечивается комплексная переработка отходов тепловых электростанций, которые в настоящее время занимают значительные земельные площади и загрязняют ОПС токсичными соединениями ванадия (см. раздел 4).

По мере выработки минерального сырья с высоким содержанием полезных компонентов промышленность должна перейти на использование бедного и нетрадиционного сырья. Многие ТО могут являться сырьем для ряда производств. Высокая эффективность использования побочных продуктов в перспективе приведет к значительному повышению их удельного веса в общем, балансе сырьевых ресурсов, что будет способствовать сбережению природного сырья и решению многих экологических вопросов. В связи с этим эффективная утилизация вторичного сырья становится одной из наиболее важных проблем современности.

ЛИТЕРАТУРА К РАЗДЕЛУ 5

1. Варламов Г.Б., Любчик Г.М., Маляренко В.А. Теплоенергетичні установки та екологічні аспекти виробництва енергії. – К.: Політехніка. 2003. 228 с.
2. Касимов А.М., Семенов В.Т., Романовский А.А. Промышленные отходы. Проблемы и решения. Технологии и оборудование. – Х.: ХНАГХ. 2007. 411 с.
3. Пантелеев В.Г., Ларина Э.А., Мелентьев В.А. Состав и свойства золы и шлака ТЭС: справочное пособие. – Л.: Энергоатомиздат. Ленинградское отд., 1985. 288 с.
4. Данилишин Б.М., Дорогунцов С.И., Мищенко В.С. и др. Природно-ресурсний потенціал сталого розвитку України. – К.: РВПСУ, НАНУ, 1999. 716 с.
5. Касимов А.М., Семенов В.Т., Александров А.Н.. Твердые бытовые отходы. Проблемы и решения. Технологии и оборудование.- Харьков: ХНАГХ, 2006. 338 с.
6. Касимов А.М., Романовский А.А. Мероприятия по снижению степени отрицательного воздействия на ОПС шламонакопителей промышленных предприятий//Вісник міжнар. слов'янського університету. –Х.: Сер."Технічні науки". Т.У11, 2004, №1, С. 37-40.
7. Атабекян Т.В., Еременко Г.К. Формы нахождения токсичных металлов в загрязненных почвах Донецко-Макеевской и промышленно-городской агломерации //Экологические аспекты

- загрязнения окружающей среды. Тез. докл. Междунар. научн-практ. конфер. Киев 26-28.03.96. Ч.2, С. 24-25.
8. Касимов А.М., Романовский А.А. Пути сокращения ущерба окружающей среде при размещении шламонакопителей промышленных предприятий//Зб.наук. пр. УкрНДИЕП „Проблеми охорони навколишнього середовища та екологічної безпеки”. – Х.: Факт, 2004, С. 237-244.
 9. Тетянчук Н.С. Перспектива развития минерально-сырьевой базы редких и редкоземельных металлов Донецкой области//Редкие металлы Украины – взгляд в будущее. – К.: ИГН НАНУ, – 2001, С. 92-93.
 - 10.Горовой А.Ф., Горовая Н.А. Твердые промышленные отходы Донбасса – нетрадиционный источник минерального сырья//Тез. докл. II Междунар. конфер. „Сотрудничество для решения проблемы отходов”, 9-10 февраля 2005 г.- Х.: ИД „ИНЖЭК”, 2005, С.142-146.
 - 11.Трофимчук О.М., Красовський Г.Я., Греков Д.Л. Ареали забруднення техногенним пилом земель навколо міст України по даних космічних зьомок//Екологія і ресурси. – К.: ІПНБ. 2006. №13,С. 23-39.
 - 12.Касимов А.М. Технология утилизации ванадийсодержащих отходов ЗТМК//Тез.докл. II Междунар. конфер. „Сотрудничество для решения проблемы отходов”-Х.: ИД „ИНЖЭК”, 2005, С. 195-199.

РАЗДЕЛ 6

ЧЕРНАЯ И ЦВЕТНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ, УТИЛИЗАЦИИ, ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ И СКЛАДИРОВАНИЯ ОТХОДОВ

6.1. Крупнотоннажные отходы черной металлургии. Перспективные процессы переработки и утилизации

Металлургические предприятия создаются с полным и неполным циклом производства. К первому типу относят заводы, в состав которых входят аглодоменное, сталеплавильное, прокатное производства и различные вспомогательные цеха (ТЭЦ, кислородный цех, цех шлакопереработки, ремонтно-механический и др.), обслуживающие основное производство.

Типичными представителями предприятий этого типа с широкой номенклатурой производства продукции являются Мариупольский металлургический комбинат им. Ильича, Украина, комбинат «Северсталь», Российская Федерация и др.

Металлургические предприятия с неполным циклом не имеют аглодоменного производства. Выплавку стали осуществляют в электропечах с использованием железорудного сырья и лома (завод «ИСТИЛ», Украина) или твердого чугуна и лома «Тагмет», РФ, МолдМЗ, Молдова, БелМЗ, Беларусь.

Основное количество предприятий Украины в составе ПХО «Металлургпром», за исключением завода «Истил», имеют полный цикл производства. Некоторые из них (Днепропетровский, Макеевский, Донецкий МК) не имеют аглофабрик, а агломерат для доменных печей приобретают у других производителей.

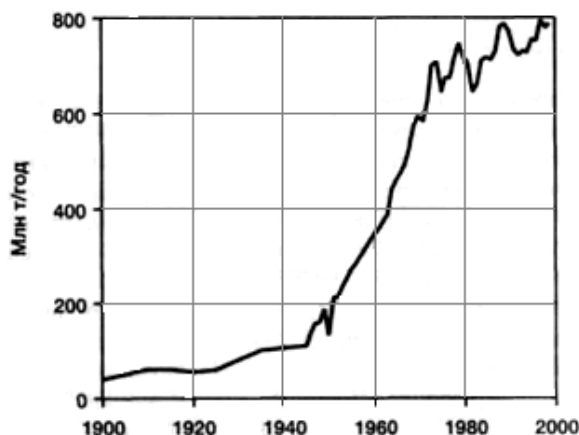


Рис. 6.1.а. Мировое производство стали

Коксохимическое производство состоит из: углеподготовительного

цеха; коксовых цехов; цеха улавливания для получения сульфата аммония, смолы, бензола; биохимической установки для очистки сточных вод коксохимического производства от фенолов, роданидов и цианидов.

Аглодоменное и сталеплавильное производства называют первым переделом. Продуктом первого передела является готовая сталь в виде слитков (верхняя и сифонная разливка) или слябов (непрерывная разливка), которые в дальнейшем передают в прокатные цехи с целью придания им товарного вида. Прокатное производство называют вторым переделом.

Прокатное производство – завершающий этап металлургического цикла. В прокате – конечном продукте этого цикла, аккумулируются все виды затрат предприятия. В зависимости от вида готовой продукции, расход электрической энергии в нем составляет 100-120 кВт·ч (360-432 МДж) на 1 т готовой стали.

В настоящее время на Украине имеются 14 металлургических предприятий, частично дублирующих друг друга по ассортименту. Однако сложившийся сортамент их продукции представляет оптимальный вариант функционирования на внешнем и внутреннем рынке. Предприятия не настолько близки по сортаменту, чтобы стать прямыми конкурентами, но всегда чувствуют общий темп развития отрасли.

При коксовании угля образуются дорогостоящие товарные продукты: кокс, коксовый газ, широкая гамма химических соединений (около 200 кг/т исходной угольной шихты). Кокс широко применяется в качестве восстановителя в металлургии и химической промышленности, кокс и коксовый газ – высококалорийное промышленное топливо, коксохимическая продукция включает такие ценные вещества, как бензол, фенолы, каменноугольная и др. смолы (*рис. 6.1.б*).

В процессе деятельности коксохимической промышленности образуется значительное количество пастообразных и твердых ПО. Самые крупнотоннажные из них – кислые смолы, фусы, пек, мелкодисперсные отсеvy кокса, шлаки. Основная часть этих ПО складывается на промышленных полигонах и в хвостохранилищах на территории коксохимических предприятий или в районах их расположения.

Определенная часть жидких смол утилизируется сжиганием с получением товарной продукции в виде тепла и дегтя, часть используется вместе с каменноугольной смолой для получения гидроизоляционных смесей и при приготовлении асфальта, рубероида и т.п.

Коксование – разложение при высокой температуре без доступа воздуха твердых и жидких горючих полезных ископаемых – различных пород углей, нефтей с образованием летучих веществ и твердого остатка – кокса. Сырье для получения кокса – в основном каменный уголь; в значительно меньших масштабах перерабатывают др. горючие ископаемые, а также высококипящие остаточные продукты дистилляции

нефти – каменноугольный пек и т.д. Для производства кокса из каменного угля – его перерабатывают при 900-1100°C с параллельным получением коксового газа, каменноугольной смолы и др. продуктов.

Предварительно обогащенные (отделенные от минеральных примесей), измельченные до зерен размером менее 3 мм и перемешанные угли (шихту) направляют в башню, из которой с помощью загрузочных вагонов подают в коксовые печи – горизонтальные аппараты щелевидного типа (рис. 6.1.в.).

Несколько десятков печей (обычно 60-70) komponуют в коксовую батарею, обслуживаемую общим комплектом машин и механизмов (загрузочные и тушильные вагоны, коксовыталкиватель, двересъемная машина). В зависимости от ширины камеры, влажности шихты и ее насыпной массы, а также температуры в простенках (обычно 1300-1370°C) нагревание шихты длится 14-18 ч.

Кокс формируется в виде монолита (коксового «пирога»), который затем растрескивается на куски разной величины. После завершения коксования дверь камеры открывается с помощью специальных механизмов и раскаленный «пирог» подается коксовыталкивателем в тушильный вагон, перемещающийся по рельсам вдоль коксовой батареи.

Кокс тушат в вагоне мокрым способом – орошают водой. Охлажденный кокс выгружается равномерным слоем на наклонную коксовую площадку (рампу), на грохотах с квадратными отверстиями разделяется по классам крупности (>40, 40-25, 25-10, <10 мм) и направляется потребителям.

Все большее распространение получает сухой способ тушения. Из форкамеры специальной установки кокс постепенно перемещается в камеру тушения, где с помощью азота или др. инертных газов охлаждается до 200-220°C. Газ движется снизу вверх навстречу кускам кокса и, охлаждая его, нагревается до 800-900°C и направляется в котельную установку, где отдает теплоту для образования водяного пара. Охлажденный газ нагнетателем возвращается на тушение раскаленного кокса.

При коксовании происходит уплотнение высокомолекулярных соединений с образованием сплошного коксового «пирога».

Сырье, предварительно нагретое в теплообменнике, контактирует в реакторе с нагретым и находящимся во взвешенном состоянии инертным теплоносителем (порошкообразный кокс с размером частиц до 0,3 мм) и коксуется на его поверхности. Образовавшийся кокс и теплоноситель выводят из зоны реакции и подают в регенератор (коксонагреватель). Благодаря теплоте, выделившейся при выжигании части кокса, теплоноситель нагревается и возвращается в реактор. Для перемещения теплоносителя используется пневмотранспорт частиц кокса, захватываемых потоком пара или газа.

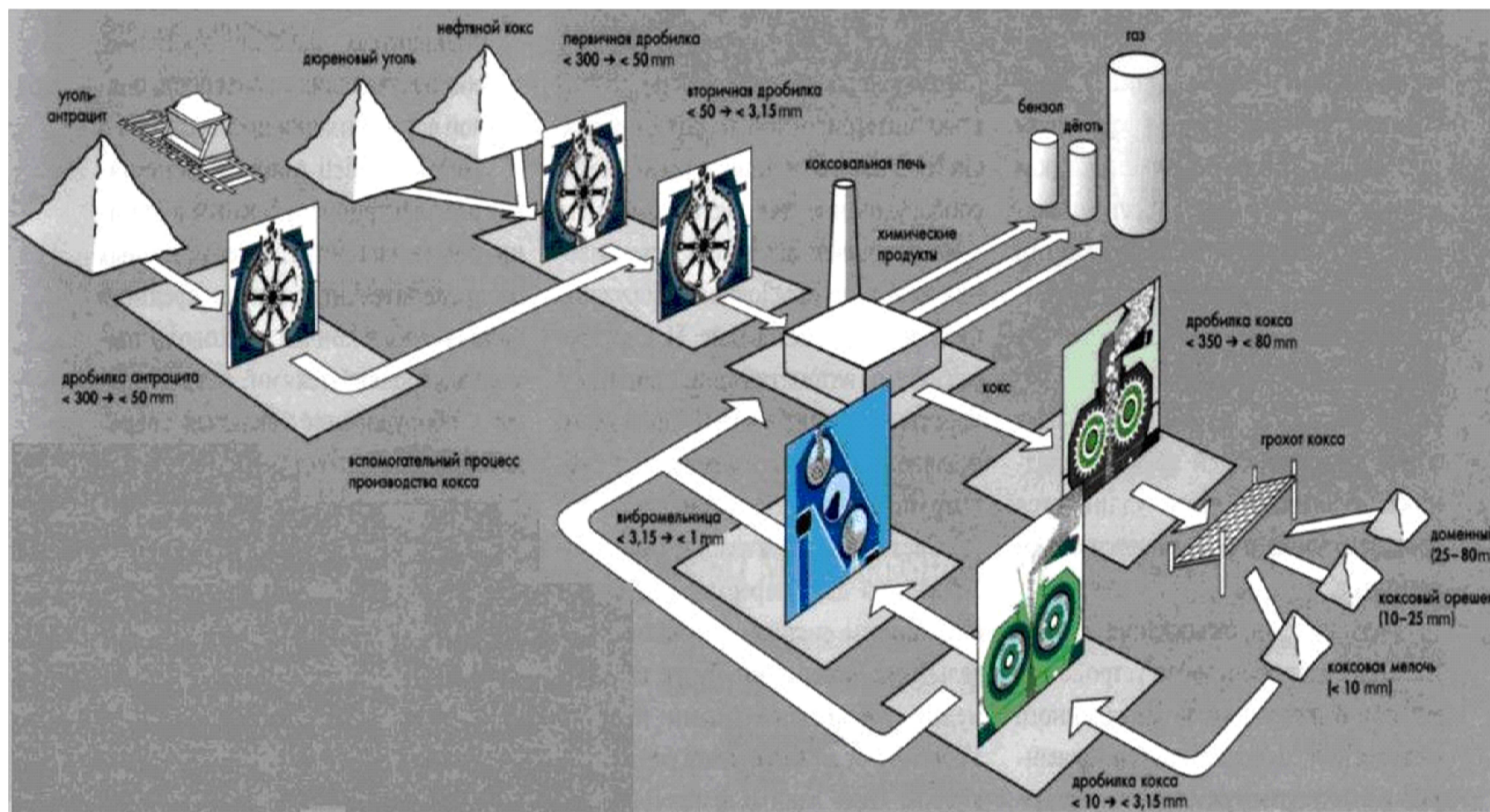


Рис. 6.1.6. Принципиальная схема коксового производства



Рис. 6.1.в. Современная коксовая батарея

Далее выделяют дистилляты, кокс подсушивают и прокаливают. Затем температуру в топке под кубом постепенно снижают и охлаждают куб водяным паром и воздухом. Когда температура кокса понизится до 150-200°C, его выгружают. Параметры процесса: температура в паровой фазе 360-400°C, давление атмосферное. Из 1 т угольной шихты получают 650-750 кг кокса, 340-350 м³ коксового газа, 30-40 кг смолы, 10-12 кг сырого бензола, 2,5-3,4 кг NH₃. Количество каменного угля, перерабатываемого в мире методом коксования, составляет более 800 млн. т/год.

В среднем расход металлургического кокса на типичном для Украины Енакиевском металлургическом комбинате соответствует средним показателям по отрасли и имеет тенденцию к снижению. Он составил, кг/т чугуна: в 2000 г. – 569, в 2002 г. – 553, в 2003 г. – 528 и в 2004 г. – 518. Наиболее ощутимая экономия кокса в количестве 25 кг/т чугуна была достигнута в 2003 г. в результате модернизации доменной печи и увеличения ее полезного объема до 2 тыс. м³. В 2004 г экономия кокса составила 10 кг/т чугуна и обеспечивалась за счет увеличения температуры дутья и повышения качества агломерата.

Следует отметить, что на предприятиях Украины расход кокса нестабилен, колеблется в довольно широких пределах 467-626 кг/т чугуна и значительно выше, чем в странах Западной Европы и России, производители которых расходуют соответственно 320-360 и 415-440 кг кокса на 1 т чугуна. К основным причинам высокого расхода кокса в доменном процессе отечественных предприятий следует отнести моральный и технический износ оборудования доменных печей, отличную от Европейского уровня технологию загрузки и плавления шихты, более низкое качество шихты и кокса.

Черная металлургия относится к числу базовых отраслей промышленности и, наряду с топливно-энергетическим комплексом, определяет конкурентоспособность экономики страны. Металлургическое производство на Украине сопровождается образованием огромного количества ПО, достигающего 30% объема выпуска стали. Около 80% из них составляют шлаки, около 20% приходится на пыли и шламы

газоочисток. Всего на металлургических предприятиях Украины накоплено более 70 млн. т шламов, из которых 21 млн. т пригоден для повторного использования.

На долю металлургии приходится 38% общих выбросов промышленности Украины, из них на долю черной металлургии – 16%. Основным потребителем энергии и источником эмиссии вредных веществ в ОПС является аглодоменный комплекс (более 70% выбросов и отходов). Поэтому принципиальный подход к сокращению потерь сырья и переработке накопленных ПО может дать ощутимый экономический и эколого-социальный эффект.

Появится предпосылка для конструктивного решения проблемы снабжения предприятий металлургического комплекса Украины импортзамещающей товарной продукцией, вторичного использования отсевов кокса, как восстановителя и энергетического топлива, которые в настоящее время не используются и загрязняют ОПС.

Ниже приведено описание существующей технологии производства продукции черной металлургии на типичном предприятии металлургической промышленности Украины – Алчевском металлургическом комбинате («АлМК»), где проблемы утилизации крупнотоннажных отходов стоят так же остро, как и на других металлургических комбинатах страны.

Производство агломерата

Агломерация – термический процесс окускования мелких материалов (руды, рудных концентратов, содержащих металлы отходов и др.), являющихся составными частями металлургической шихты, путем их спекания с целью придания формы и свойств (химического состава, структуры), необходимых для плавки. Тепло, необходимое для спекания, получают при сжигании топлива. Агломерация чаще всего осуществляется на колосниковых решетках, с просасыванием воздуха сверху вниз сквозь лежащую на решетке шихту.

Основные исходные материалы агломерации: сырая руда и ее концентрат, топливо (коксовая и антрацитовая мелочь), флюсы (известняк и доломит), мелкие отходы (колошниковая пыль, окалина и др.). Конечный продукт – агломерат. Более 95% агломерата используется в черной металлургии; в цветной металлургии агломерат применяют в алюминиевом, никелевом и свинцовом производствах.

Агломерация включает подготовку шихты (дозировка компонентов, смешивание, увлажнение и окомкование), спекание ее на агломерационных машинах, обработку горячего спека (дробление, рассев с удалением кусков до 5-10 мм, охлаждение до 100°C, сортировка). Агломерацию ведут на агломерационных фабриках (рис. 6.2), включающих склады усреднения и хранения шихтовых материалов, приемные бункера,

отделения измельчения кокса и известняка, шихтовое, спекательное, обработки готового агломерата. Прием сырья, дозировка и подготовка шихты, укладка ее на агломашины, обработка готового агломерата автоматизированы.



Рис. 6.2. Общий вид аглофабрики

Из шихтовых бункеров заданные объемы компонентов шихты питателями выдают на конвейер и далее в барабаны первичного смешивания и в бункера агломерационных машин. Перед загрузкой на агломерационную машину шихту подвергают вторичному смешиванию, увлажнению и частичному окатыванию в окомковательных барабанах.

При разгрузке с машины агломерат дробят и сортируют с удалением мелочи, вновь используемой в шихте. Затем агломерат охлаждают и сортируют. Отходящие газы через газоочистное устройство отводят эксгаустером и через дымовую трубу удаляют в атмосферу. В зоне горения топлива при $T=1200-1500^{\circ}\text{C}$ часть шихты плавится. По мере перемещения зоны горения вниз полурасплавленная масса застывает, образуя спекшийся «пирог» агломерата. Газы, отходящие из зоны горения, подсушивают и нагревают нижележащие слои шихты, из которой удаляют гигроскопическую и гидратную воду, CO_2 , летучие – S, As, P и др. вредные примеси.

Доменный цех

В состав доменного цеха входят доменные печи, разливочные машины; склады холодного чугуна; установка переработки шлака. В большегрузных доменных печах объемом до 3000 м^3 выплавляют чугун (рис. 6.3 и 6.4). Низкое содержание серы обеспечивают десульфурацией чугуна в ковшах магнием со скачиванием шлака.

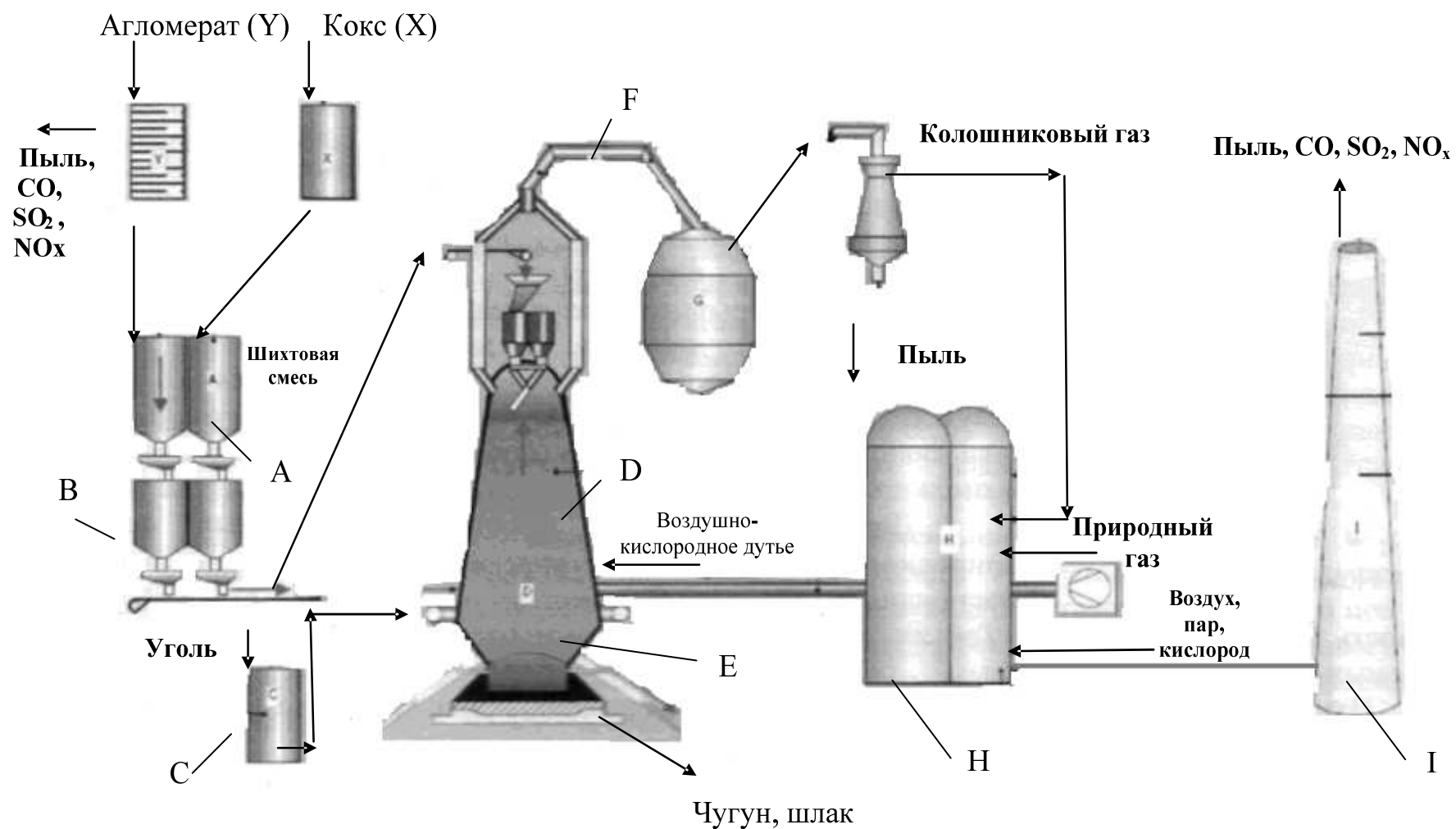


Рис.6.3. Принципиальная аппаратурно-технологическая схема доменного производства

А – шихтовый бункер; В – цех подготовки сырья; С – бункер угольной пыли; D – доменная печь; Е – летка слива чугуна (шлака); F – выход колошниковых газов; H – пылеуловитель; I – воздухоподогреватель; X – коксовая батарея; Y – агломерационный цех



Рис. 6.4. Выпуск чугуна из доменной печи

Сталеплавильное производство

В мартеновских печах выплавляют сталь скрап-рудным процессом на жидком чугуне. Садка печей – 300 и 600 т. В двухванной печи с использованием кислородных фурм и топливно-кислородных горелок выплавляют качественную углеродистую сталь. Из углеродистых и низколегированных сталей изготавливают оборудование для химической промышленности.

На *рис. 6.5* и *6.6* показаны современные мощная дуговая электросталеплавильная печь. 100-тонный конвертер для выплавки высококачественных сталей и машина непрерывного литья заготовок.

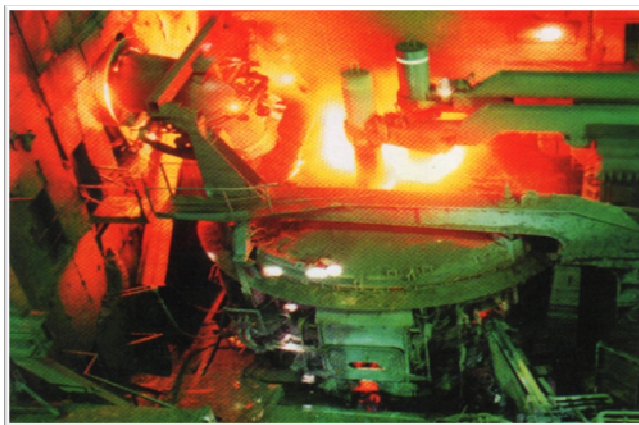


Рис. 6.5,а. Дуговая электросталеплавильная печь

Прокатное производство

Около 80% выплавляемой стали поступает на производство проката. Прокатка – это деформация металла вращающимися прокатными валками для придания металлу заданной формы: рельсов балок полос, проволоки и др. Основными источниками образования отходов являются нагревательные печи и колдцы (*рис. 6.7*), станы горячей прокатки, машины огневой зачистки и резки металла, травильные агрегаты.

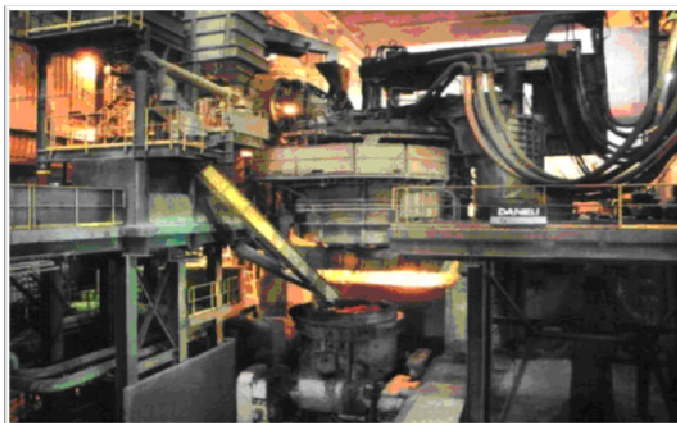


Рис. 6.5,б. Электродуговая печь для выплавки качественных сталей



Рис. 6.6. Современный 100-тонный конвертер типа AOD и машина непрерывного литья заготовок



Рис. 6.7. Нагрев слитков в нагревательных колодцах перед прокаткой

В состав листопрокатного цеха №1 входят методические печи; вертикально-реверсивная клеть; горизонтально-реверсивная клеть; реверсивная клеть; листопрямильные машины; листоукладчики; гильотинные и дисковые ножницы; печи для нагрева листов; колпаковые печи для отжига и охлаждения (рис. 6.8,а, б).

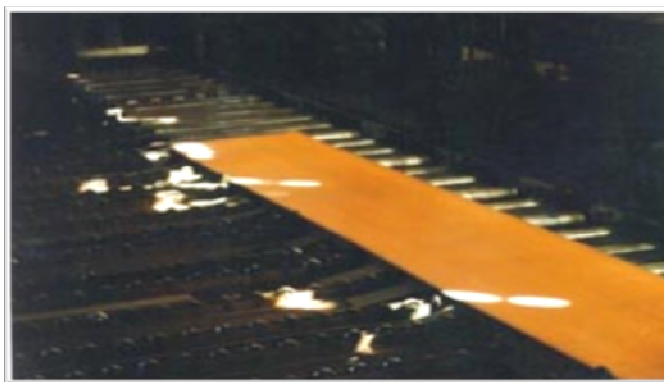


Рис. 6.8,а. Прокатка стального листа

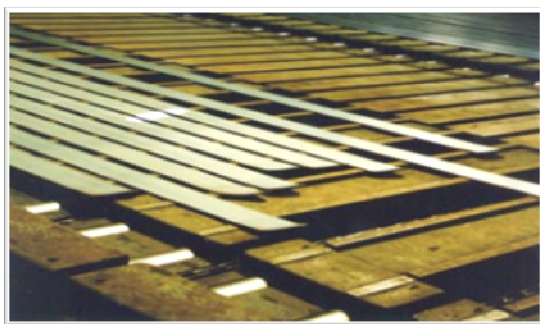


Рис. 6.8,б. Изготовление сортового проката и круглого проката

В состав листопрокатного цеха №2 входят печи с шагающим подом; стан «800» с черновой универсальной двухвалковой клетью и чистовой группой клетей; двухсекционный холодильник; участки резки, клеймовки, пакетирования и упаковки продукции.

В состав сортопрокатного цеха входят: методические печи; обжимная реверсивная клеть; 2 нереверсивные клетки; чистовая нереверсивная клеть; пилы горячей резки, ножницы и клеймовочная машина; термические печи с шагающими балками для термообработки сортового проката. Цех производит квадратную заготовку, круглый прокат, двутавровые балки, уголки, швеллеры.

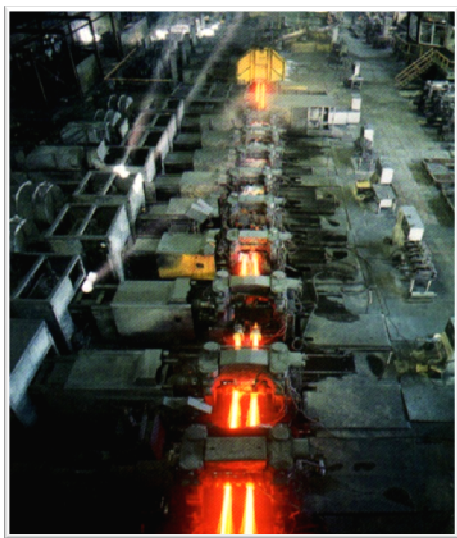


Рис. 6.9. Общий вид прокатного стана

На *рис. 6.9* показан общий вид современного прокатного стана, на *рис. 6.10* различные виды прокатываемой на мелкосортных станах стальной арматуры и стан производства труб большого диаметра. Виды отходов прокатного производства и методы их утилизации, обезвреживания и складирования приведены в *табл. 6.1*.

Наличие большого количества ПО в прокатном производстве в виде шламов и

пыли требует разработки технологии их утилизации, что позволит не только вовлечь в производство материалы, содержащие ценные компоненты, но и улучшить экологическую обстановку на металлургическом предприятии.

Утилизация пыли и шламов прокатного производства требует разработки специальных технологий для повторного их использования в доменных печах, т.к. эти отходы содержат вредные примеси – нежелательные компоненты шихты при производстве агломерата и выплавке чугуна. Химический состав шламов приведен в *табл. 6.2*.

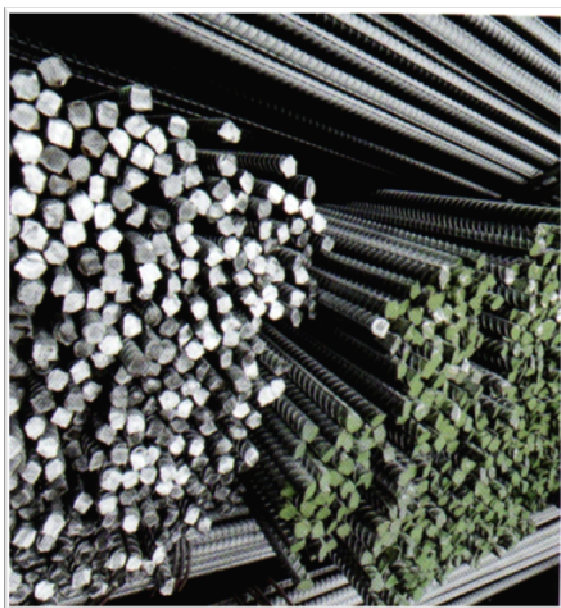


Рис.6.10.а. Готовая продукция прокатного стана – стальная арматура

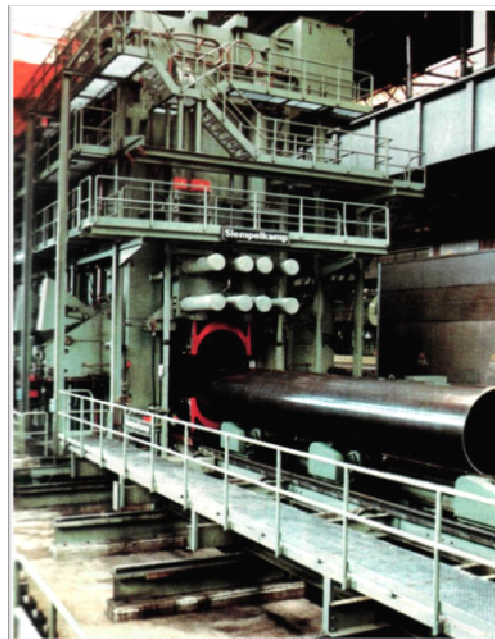


Рис. 6.10.б. Стан производства труб большого диаметра

Таблица 6.1

Виды отходов прокатного производства и методы их утилизации, обезвреживания и складирования

Вид отхода	Токсичные компоненты отхода	Методы утилизации, обезвреживания и складирования
Отработанные растворы травильные	HCl , H_3PO_4 – кислоты, соединения Cu , Cr	Нейтрализация, получение хлорного железа, меди, хрома
Промывные воды травильные	Соляная, фосфорная кислоты, соединения Cu , Cr	Нейтрализация, получение хлорного железа, меди, хрома
Отходы регенерации эмульсий, СОЖ и шлам	Эфирно-экстрагируемые вещества	Сжигание, захоронение на полигоне
Отработанные эмульсии	Эфирно-экстрагируемые вещества	Регенерация, сжигание, захоронение на полигоне
Окалина. Шлам и пыль железосодержащие	Оксиды железа, пары масел и СОЖ	Возврат в аглодоменную шихту и стройизделия

Таблица 6.2

Химический состав шламов прокатного производства, % масс.

Компонент	Fe _{общ}	FeO	Fe ₂ O ₃	Zn	R ₂ O	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	MnO	P ₂ O ₅	S _{общ}
Среднее значение,	54	14,1	62,5	2,9	0,44	2,6	9,7	0,9	0,3	1,13	0,12	0,14

Эти шламы представляют собой тестообразную массу, содержащую такие вредные примеси, как оксиды щелочных металлов, цинка, и имеют влажность 10-35% при содержании смазочных масел 3-10%. Анализ действующих технологий переработки вторичных железосодержащих материалов показал, что наиболее эффективным способом передела является перевод вредных примесей в газообразное состояние путем термообработки.

Разработанная технология включает предварительное смешивание шламов длительного хранения с углеродистым восстановителем, сушку полученной смеси, высокотемпературную обработку высушенного материала в атмосфере газообразных продуктов, образующихся при нагреве, охлаждение.

Химический состав сырья, подготовленного по разработанной технологии, приведен в табл. 6.3.

Таблица 6.3

Химический состав подготовленного сырья

Наименование	Fe _{общ}	Fe _{мет}	FeO	CaO	SiO ₂	Zn	R ₂ O	C
Среднее значение, % масс.	79,3	59,7	18,7	11,6	4,2	0,048	0,12	1,08

Использование полученного сырья в аглодоменном переделе позволяет повысить производительность процесса, снизить расход шихтовых железосодержащих материалов и кокса.

Железосодержащие пыли и шламы являются ценным сырьем в процессе производства металла ввиду высокого содержания железа 33-74%. В настоящее время на металлургических предприятиях накоплено около 30 млн. т Fe-содержащих пылей и шламов (ПШЖ), окаины. Эти ресурсно-ценные отходы составляют до 75% всех ПО данного передела, не полностью утилизируются и накапливаются в ШН.

Анализ показывает, что в 1999-2004 гг. с ростом производства стали с 25,4 до 38,0 млн. т/год наблюдался и рост объема железосодержащих шламов прокатного производства. Количество железосодержащих пылей и шламов выросло с 3,1 до 4,8 млн. т/год. Выход ПШЖ составляет 100-350 кг/т стали.

Показатели образования ПШЖ более чем в 2 раза превышают европейские. По всем предприятиям отрасли наблюдается рост утилизации

ПШЖ. Использование их производится в основном в агломерационном производстве после высушивания шламов на картах ШН.

Схема производства продукции на Алчевском металлургическом комбинате приведена на *рис. 6.11*.

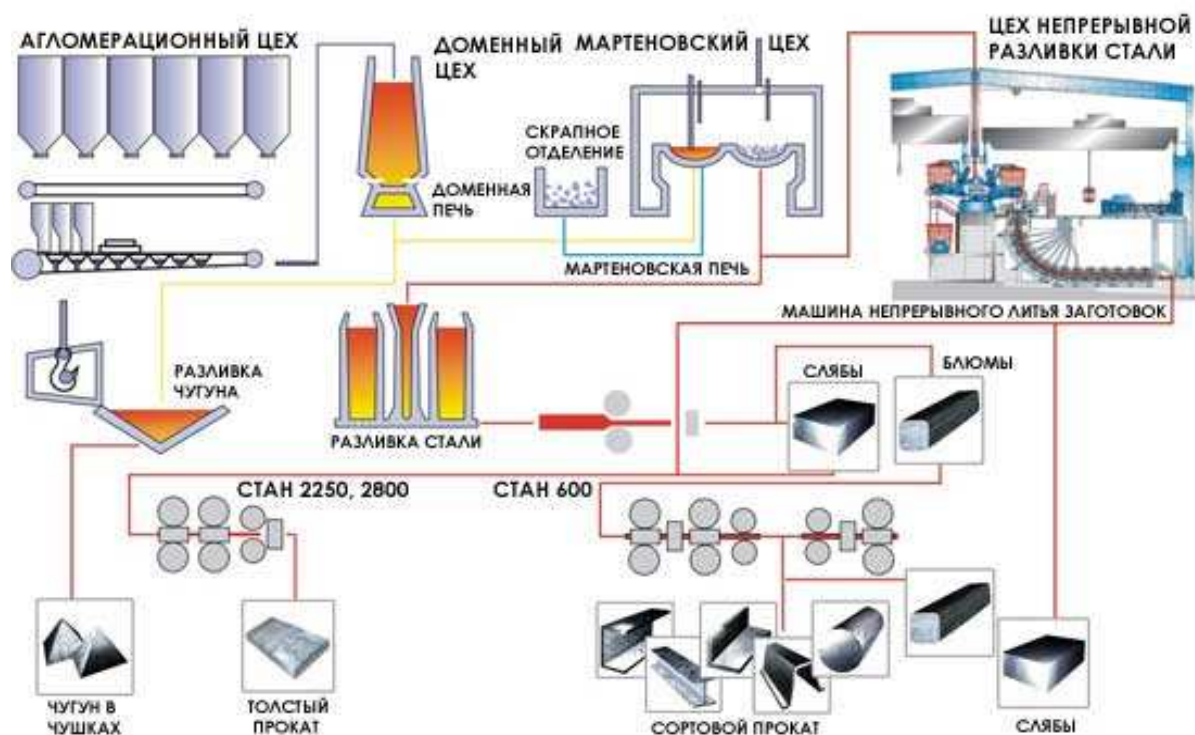


Рис. 6.11. Схема производства металлопродукции на «АлМК»

Объем и структура образования основных видов технологических отходов на металлургических предприятиях с полным циклом производства.

Шлаки основных переделов, в том числе, %:

- доменные (ДП) 57
- сталеплавильные (СП) 41
- прокатные (ПП) 2.

Шламы основных переделов (0,2-0,3 т/т), в том числе, %:

- агломерационные (АФ) 77
- доменные (ДП) 10
- сталеплавильные (СП) 7
- прокатные (ПП) 6.

Пыль электрофильтров основных переделов (0,02-0,03 т/т), %:

- агломерационные (АФ) 35
- доменные (ДП) 51
- сталеплавильные (СП) 13
- прокатные (ПП) 1.

Отсевы и потери сырьевых материалов (0,2-0,4 т/т), в том числе, %:

- кокса (ДП) 12

– агломерата (АФ) 82

– извести (СП) 6.

Прокатная окалина (ПП) 0,002 т/т. Железный купорос (ПП) 0,003 т/т.

Бой огнеупоров (СП) 0,02 т/т. Отработанные огнеупорные массы (СП) 0,004 т/т.

Масса огнеупорная и набивка выпускных и разливочных желобов отработанная.

Скрап после разделки ковшевых остатков шлака выплавки и разливки чугуна. Пыль десульфурации чугуна.

Отходы мартеновского производства

Пыль от выплавки стали в мартеновских печах. Пыль от помола шлака мартеновских печей. Картон базальтовый теплоизоляционный отработанный. Скрап и литники после разливки стали.

Отходы электросталеплавильного производства

Пыль из подсводового пространства дуговой электропечи. Пыль из желобов и леток выпуска стали и шлака. Скрап и литники после разливки стали. Отходы футеровки печи и желобов.

Отходы прокатного производства

Шлам после прокатки стальных слитков. Эмульсия смазочно-охлаждающая отработанная при прокатке стальных слитков. Асбест теплоизоляционный отработанный. Круги абразивные отработанные при зачистке стальной продукции.

Пыль после абразивной зачистки прокатной продукции.

Отходы литейного производства

Пыль от приготовления формовочной смеси для литья. Остатки формовочной смеси литья после гидроочистки изложниц. Скрап, литники и прибыли после заливки металла в формы. Продукты очистки литейной продукции. Пыль после абразивной зачистки отливок.

Отходы ТЭЦ

Зола (шлак) после сжигания твердого топлива в котлоагрегатах. Осадок гашения извести. Осадок после приготовления солевых растворов. Силикагель, уголь активированный отработанный при подготовке воды. Шлам после очистки градирен.

Отходы вспомогательных производств

Эмульсия смазочно-охлаждающая отработанная. Шлам после химической чистки рабочей одежды. Грунт загрязненный

нефтепродуктами. Вата минеральная теплоизоляционная отработанная. Шлам после получения ацетилена из карбида кальция. Пыль от обработки металлических изделий абразивным инструментом.

Остаток после регенерации отработанных нефтепродуктов. Остаток материалов лакокрасочных. Отстой масла трансформаторного отработанного.

Обшивки деревянная (шиферная) отработанная при эксплуатации градирен. Шлам после механической очистки воды. Шлам после механической (реагентной, биохимической) очистки сточных вод. Бой материалов и стеклянных изделий.

Уплотнители (сальники, вкладыши) отработанные. Шланги резиновые отработанные. Шлам после обезвреживания растворов гальванических. Продукт очистки ванн гальванических. Шлак флюсовый после наварки изделий.

Остатки электродов электросварки. Песок, опилки древесные загрязненные нефтепродуктами. Фильтры масляные и топливные отработанные. Смесь золы и шлака после сжигания твердого топлива в кузнечном горне. Катанка отработанная при креплении грузов. Шлам после очистки емкостей для хранения нефтепродуктов. Продукт очистки канализационных колодцев ливневых стоков.

Упаковка (стружка древесная, бумага, картон) отработанная. Невозвратная тара лакокрасочных материалов. Тара (мешки, бочки, барабаны). Контейнеры мягкие. Тара стеклянная отработанная. Продукт уборки производственных помещений и территории предприятия.

Шлаки доменного, сталеплавильного и литейного производств

Доменные, сталеплавильные и ферросплавные шлаки являются ценным сырьем для изготовления широкого ассортимента строительных материалов и минеральных удобрений (*рис. 6.12*). Указанные шлаки образуются из силикатной составляющей рудной массы, флюсов, золы кокса и изнашиваемой части футеровки металлургических агрегатов.

В общем объеме шлаков доменные составляют 60-66%, сталеплавильные – 29%, ферросплавные – 5%. Выход доменных шлаков достигает 390-590 кг/т чугуна. Степень использования доменных шлаков в странах СНГ составляет в среднем 65-70%. Часть их используют для получения щебня (около 20%). При этом возможно попутное извлечение металловключений, содержание которых достигает 1-4%, магнитной сепарацией.

Около 3% доменных шлаков используют для производства шлаковой пемзы, служащей пористым заполнителем легких бетонов. Получаемые изделия из шлакопемзобетона имеют теплопроводность на 20-30% меньшую, чем другие бетоны равной массы. Около 1% доменных шлаков используют для получения литых изделий, шлаковаты и шлакоситаллов.



Рис. 6.12. Перечень товарной продукции, получаемой из шлаков черной металлургии

Гранулированные доменные шлаки широко применяют в дорожном строительстве в виде смеси с битумами. Битумно-шлаковое покрытие в 2,5 раза дешевле асфальтобетонного при равной прочности. Часть доменных шлаков поступает на переработку для получения стеклокристаллических материалов, окрашенной стеклотары, облицовочной плитки, штапельного волокна.

Гранулирование доменных шлаков ведут на металлургических заводах мокрым и полусухим методами. При мокрой грануляции используют бассейновые (рис. 6.13) и гидрожелобные (рис. 6.14) установки. Бассейновая установка включает секционный гидробассейн, вдоль которого расположен железнодорожный путь для доставки ковшей с огненножидким шлаком. Ковши на шлаковозе наклоняют и сливают шлак по откосам в воду бассейна. Остывший гранулированный шлак грейфером извлекают и грузят в вагоны.

Гидрожелобная установка основана на дроблении огненно-жидких шлаков струями воды при сливе шлака из ковшей в гидрожелоб. Полусухую грануляцию шлаков ведут в барабанных (рис. 6.15), гидроударных и гидрожелобных установках. Кислые шлаки в расплавленном состоянии заливают в формы и при медленном охлаждении получают изделия с высокими техническими характеристиками — прочностью, износостойкостью, кислотоупорностью, малой себестоимостью.

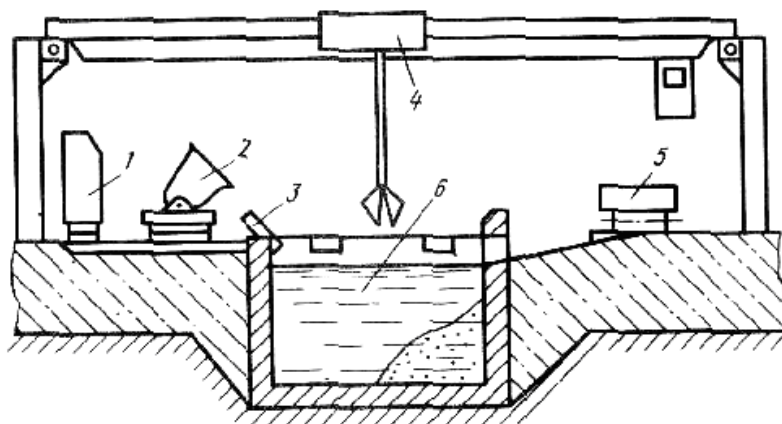


Рис. 6.13. Схема бассейновой установки грануляции доменных шлаков

1 – пульт управления; 2 – шлаковозный ковш; 3 – откос бассейна; 4 – грейферный кран; 5 – железнодорожный вагон; 6 – гранбассейн

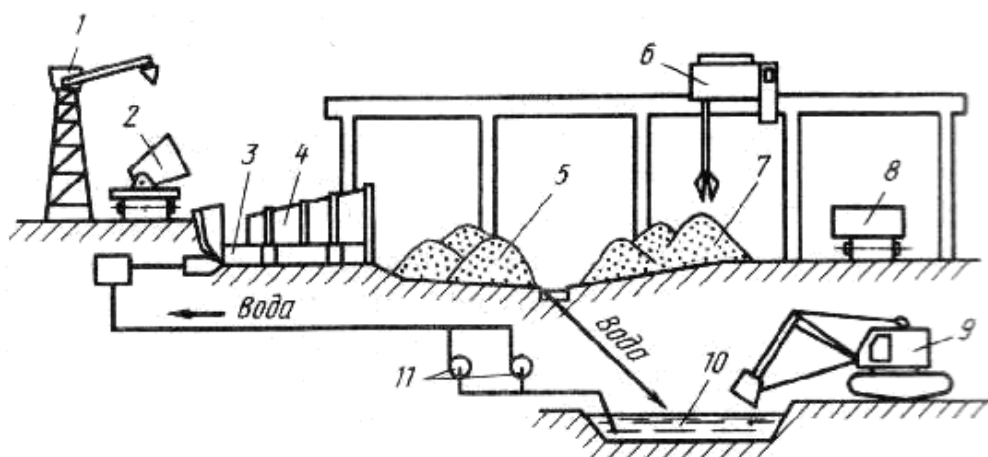


Рис. 6.14. Схема гидрожелобной установки грануляции доменных шлаков

1 – копер; 2 – шлаковозный ковш; 3 – грануляционный желоб; 4 – паросборник; 5 – площадка предварительного обезвоживания шлака; 6 – грейферный кран; 7 – склад гранулированного шлака; 8 – железнодорожный вагон; 9 – экскаватор; 10 – отстойник; 11 – насос

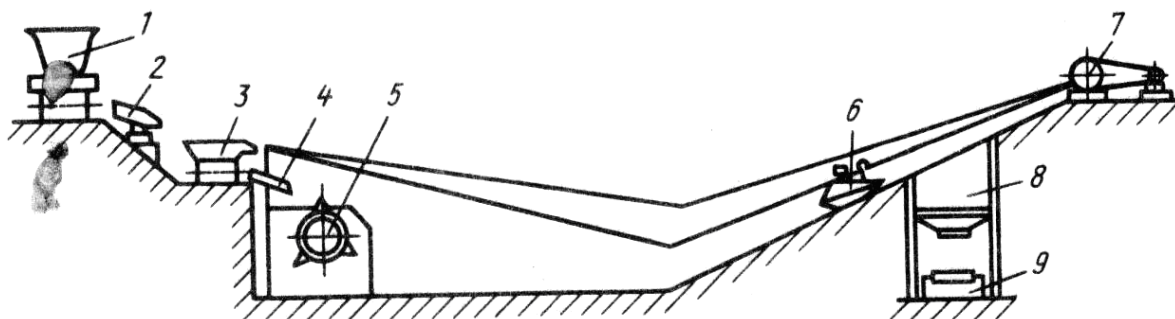


Рис. 6.15. Схема барабанной установки грануляции доменных шлаков

1 – шлаковозный ковш; 2 – приемный лоток; 3 – промежуточная ванна; 4 – сливной желоб; 5 – грануляционный барабан; 6 – скреппер; 7 – скрепперная лебедка; 8 – бункер; 9 – транспортер

Шлаковату производят переплавом литого шлакового щебня с последующей обработкой паром или сжатым воздухом. Основное направление использования шлаковаты – теплоизоляционные изделия. Шлакоситаллы производят из огненно-жидких доменных шлаков и кварцевого песка. Получаемый легкий конструкционный и отделочный керамический материал, обладающий высокой прочностью, термо- и износостойкостью, может заменять черные и цветные металлы в ряде машин и агрегатов.

Степень использования сталеплавильных шлаков (мартеновских, конвертерных и электропечных) в СНГ составляет 25-28%. Их использование ведут по трем направлениям – производство щебня (21% общего объема), удобрений (1,5%) и добавок в качестве флюса при выплавке чугуна (6%).

Сталеплавильные шлаки содержат, % масс.: оксиды Fe – 20; Mn – 11; Ca, Al, Mg, Cr, Si, P и др. – остальное. Извлечение металловключений (5-15% общего объема) из шлака производят при получении щебня. Измельченные шлаки после магнитной сепарации металла представляют собой ценное минеральное удобрение, т.к. содержат до 12% фосфорного ангидрида и ряд микроэлементов.

Основная масса ферросплавных шлаков применяется для получения гранулированного материала, используемого при строительстве зданий и покрытий дорог. Степень использования ферросплавных шлаков достигает в среднем 60-80% общего объема. Уловленная в газоочистках пыль ферросплавных печей после брикетирования возвращается в основное производство или используется для изготовления огнеупорного кирпича, смесей для опрыскивания изложниц и теплоизоляционных материалов.

В чугуно-сталелитейном производстве после плавильных агрегатов – вагранок, индукционных и электроплавильных печей образуются шлаки. Их утилизацию можно вести по технологической схеме, разработанной авторами данной книги (рис. 6.16). На рис. 6.17-6.21 показано оборудование для погрузки перерабатываемых шлаков и отбора из их массы металловключений.

Никопольский завод ферросплавов совместно с другими организациями разработал новые технологические процессы, внедрение которых начато в цехе шлакового литья «НЗФ» производительностью 50 тыс. т/год. Результаты исследований процесса кристаллизации шлаков силикомарганца послужили основой для разработки рациональных режимов кристаллизации различного вида изделий и цельнолитых футеровок оборудования.

Огненно-жидкий шлак, поступающий из рудотермической печи типа РПЗ, переливают в ковши объемом 8 м³, которые транспортируют разливочным краном непосредственно на формирование изделий или в миксер, из которого затем производят формирование изделий. Миксер

ежесуточно заполняют расплавом объемом 260-300 т.

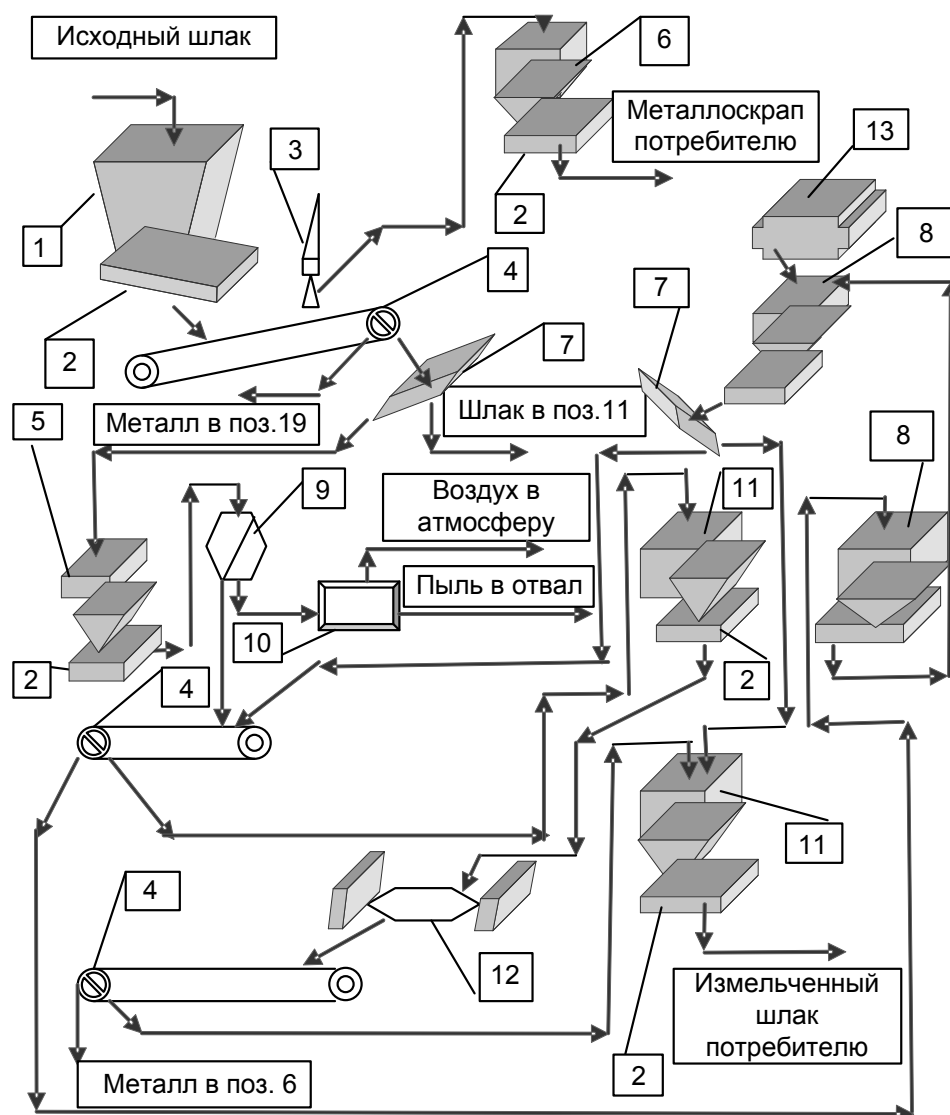


Рис. 6.16. Аппаратурно-технологическая схема процесса переработки и утилизации шлаков сталеплавильного и литейного производств

1 – бункер исходного шлака; **2** – питатель; **3** – кран мостовой с электромагнитной шайбой; **4** – конвейер ленточный с электромагнитным барабаном; **5,8** – промежуточный бункер Ме-содержащего шлака; **6** – бункер Ме-скрапа; **7** – грохот; **9** – дробилка; **10** – аспирационная и газоочистная системы; **11** – бункер товарного шлака; **12** – барабан галтовочный; **13** – мельница шаровая

Расплав выдерживают в миксере 1-2 ч при температуре 1300-1350°С с целью дегазации и гомогенизации, осаждения королек сплава. Методом литья изготавливают плиты перекрытий, плитки для футеровки поверхностей с целью защиты от абразивного износа, декоративные плиты, утяжелители для нефте- и газопродуктов, а также защитные гарнисажные футеровки, предназначенные для работы в условиях газоабразивного износа, в агрессивных средах, мелющие тела для механической обработки различных видов материалов, тьюбинги.



Рис. 6.17. Грейферный кран для погрузки перерабатываемых шлаков



Рис.6.18. Отбор металлолома из доменных и сталеплавильных шлаков электромагнитной шайбой



Рис. 6.19. Самоходный агрегат для отбора металловключений из шлакоотвалов

Преимущество цельнолитых футеровок по сравнению с футеровками из каменного литья, резины, пластмасс заключается в увеличении срока службы в 8-10 раз и значительно меньшей стоимости, возможности замены легированных сталей обычными при сооружении газоочистных аппаратов. Изделия, получаемые в цехе шлакового литья НЗФ, имеют сертификат качества, разрешающий применение их во всех видах строительства.

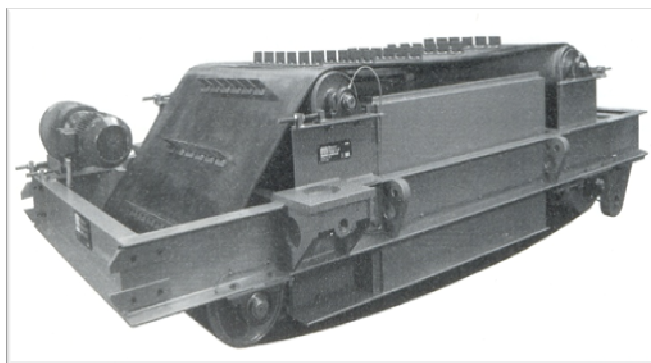


Рис. 6.20. Мощный электромагнитный сепаратор для отбора черных и цветных металлов из металлургических шлаков

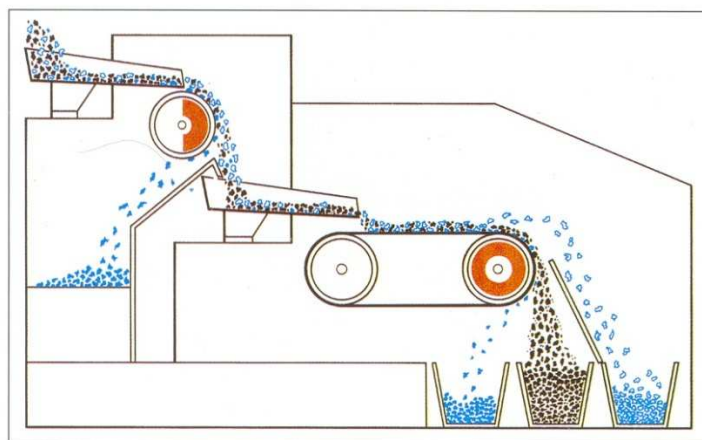


Рис.6.21. Принцип электромагнитной сепарации металловключений из металлосодержащих ПО

Материал изделий характеризуется мелкозернистой структурой и обладает следующими показателями: объемная масса – 3000 кг/м^3 ; предел прочности при сжатии – 500-600 МПа; предел прочности при изгибе – 50-70 МПа; истираемость – $0,01-0,02 \text{ г/см}^2$; термостойкость – 1100°C ; коэффициент термического расширения – $6,3-6,8 \cdot 10^{-6} \text{ град}^{-1}$; кислотостойкость – 98%; щелочестойкость – 96%.

Уникальные физические свойства огненножидких шлаков силикомарганца, разработанная технология литья деталей различных геометрических форм позволяют решать задачи производства контейнеров различных типов. НПФ «Пифагор» и НЗФ разработана и опробована СКАРМ-технология изготовления универсальных контейнеров для безопасного хранения, транспортировки и захоронения ТО и РАО.

Функциональные отличия нового контейнера от известных конструкций – химическая и радиационная устойчивость, прочность, долговечность, универсальность. Его потребителями могут быть предприятия, использующие в производстве радиоактивные и высокотоксичные вещества, спецпредприятие «РАДОН», части МЧС, сельхозпредприятия, имеющие склады ядохимикатов.

Определение возможности изготовления вяжущих для строиндустрии из ПО черной металлургии

Вопрос переработки доменных шлаков очень важен для металлургических предприятий Украины и ее флагмана – ММК им. Ильича.

Применение доменных шлаков в качестве компонентов строительных материалов и сырья для производства цемента было начато в 30-х гг. XX в. Начало систематической оценки полезных и вредных свойств компонентов шлаков при их использовании в качестве сырья для производства строительных материалов, анализ способов переработки, способов модификации было положено П.П. Будниковым.

Современная мировая практика свидетельствует об интересе ведущих фирм к производству шлакощелочных вяжущих (ШШВ) и цементов на их основе. Фирмы Kobe Steel, Nippon Steel Chemical Co., Ltd., Sumitomo Osaka Cement Co., TAISEI Corporation, Tokuyama Corporation MITSUBISHI, MATERIALS Corporation и др. выпускают широкий ассортимент вяжущих с использованием доменного шлака.

Доменные шлаки представляют собой сложные многокомпонентные системы. Их химические свойства, фазовый состав, вязкость и температура плавления определяют возможность и эффективность их комплексного использования при производстве цемента, каменного литья, различных видов вяжущих (табл. 6.4).

Таблица 6.4

Вяжущие свойства некоторых химических соединений

Оксиды	Оксиды других элементов				
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	Mn ₂ O ₃
BeO	Отс	Отс.	ВО	ВО	ВО
MgO	От.	Отс.	Отс.	ВО	ВО
CaO	Пр.	Пр.	Пр.	Пр	Пр.
ZnO	Отс	Отс.	Отс.	Отс	ВО
CdO	Отс	Отс.	ВО	ВО	ВО
BaO	Пр.	Пр.	Пр.	Пр.	Пр.

Отс. – отсутствуют; Пр. – присутствуют; ВО – возможно отсутствуют

Степень пригодности металлургических шлаков как гидравлического компонента при производстве шлакового цемента оценивается по модулям основности и силикатному модулю:

$$M_o = CaO + MgO / SiO_2 + Al_2O_3, M_c = SiO_2 / Al_2O_3 + Fe_2O_3 \quad (6.1)$$

Чем выше M_o , тем выше вяжущая способность материала и прочность получаемых с его использованием изделий. С повышением значений M_c процесс твердения замедляется, но прочность получаемых

изделий возрастает. При $M_o \geq 1$ шлаки являются основными, при $M_o \leq 1$ – кислыми. Учет влияния щелочных составляющих обеспечивается вводом в формулу M_o оксидов Na и K. Гидравлическая активность металлургических шлаков определяется коэффициентом качества. Чем выше K, тем выше гидравлическая активность металлургических шлаков.

$$M_o = CaO + MgO + Na_2O + K_2O / SiO_2 + Al_2O_3 \quad (6.2)$$

$$K = CaO + MgO + Al_2O_3 / SiO_2 + TiO_2 \quad (6.3)$$

На Украине шлакощелочные вяжущие и изделия на их основе производят на ряде предприятий, в т.ч. на ММК им. Ильича. Гранулированные доменные шлаки даже в тонкоизмельченном виде являются весьма слабыми вяжущими веществами, а часто совсем не обладают вяжущими свойствами.

Для активации взаимодействия шлака с водой, помимо тонкого помола, требуется вещество, способное к химическому взаимодействию с компонентами шлака. П.П. Будников назвал такие компоненты-активаторы «щелочными или сульфатными возбудителями» твердения. При действии воды на тонкоизмельченный доменный шлак происходит незначительное растворение некоторых его компонентов, твердения при этом почти не происходит.

Однако достаточно наличия незначительного количества инициаторов – щелочей (например, 0,3-0,5% $Ca(OH)_2$ или $Mg(OH)_2$), чтобы на поверхности частиц шлака наблюдалось интенсивное выделение гидратированных образований. Эти выделения вызывают процессы схватывания и твердения шлака, аналогичные процессы твердения цемента.

Основными продуктами гидратации являются гидрокальциевый силикат ($2CaO \times SiO_2 \times nH_2O$) и гидрокальциевый алюминат ($2CaO \times Al_2O_3 \times 7H_2O$). При сульфатной активации образуется также малорастворимое соединение – гидросульфоалюминат кальция $3CaO \times Al_2O_3 \times 3CaSO_4 \times 31H_2O$. Нарастание прочности шлакового цемента зависит, прежде всего, от химического состава шлака и запаса скрытой энергии.

Конечными продуктами гидратации затвердевшего шлакового цемента при щелочной и сульфатной активации является гидросульфоалюминат кальция в игольчатой форме. Иглы гидросульфоалюмината в беспорядке переплетаются между собой, (аналогично процессам в твердеющем цементе), при этом связывая основную массу геля гидрокальциевого силиката и алюмината.

Сульфоалюминат кальция, являющийся разрушающим агентом для бетонов на портландцементе, в шлаковых бесклнкерных цементах играет положительную роль. В настоящее время на ММК им. Ильича

гранулирование доменного шлака производят «мокрым способом». Часть шлака находит применение на комбинате, основное количество накапливается и является ценным сырьем для производства строительных материалов, тротуарной плитки и пр.

В лаборатории «Систем и методов управления промышленными отходами и выбросами в атмосферу» УкрНИИЭП для определения возможности изготовления вяжущих изучали лежалый и свежееобразованный доменный шлак (рис. 6.22 и 6.23). Пробы лежалого гранулированного шлака имели химический состав в соответствии с табл. 6.5.



Рис. 6.22. Лежалый доменный шлак ММК им. Ильича до и после помола



Рис. 6.23. Микрофотография гранулированного доменного шлака (средний диаметр зерен 0,6 мм)

Имеются многочисленные данные о том, что удельная поверхность и гранулометрический состав шлака существенно влияют на свойства формируемых на его основе ШЩВ. Удельная поверхность шлака для ШЩВ в соответствии с ТУ 67-1020-89 «Вяжущее шлакощелочное должна составлять не менее $250-300 \text{ м}^2/\text{кг}$.

В качестве щелочных компонентов использовали растворы NaOH, NaHCO_3 и жидкого стекла. Для предварительной обработки доменный шлак сушили и измельчали в лабораторной мельнице.

Решающее влияние на прочность оказывают фракции до 5 мкм. Для определения влияния на активацию размалываемого шлака продолжительность помола изменяли в диапазоне – 10, 20, 30, 40, 50, 60,

75, 90 мин. Это подтверждает высокую эффективность операции помола шлака для получения максимальной прочности ШЦВ (табл. 6.6 и 6.7).

Таблица 6.5

Химический состав проб доменного шлака

SiO ₂	38%
MgO	до 5%
Al ₂ O ₃	5,55%
FeO	0,38%
S	1,44%
CaO	47,15%
MnO	0,32%
ρ	1,9 кг/дм ³
рН водной вытяжки	9 – 10

Таблица 6.6

Влияние тонины помола шлака и вида щелочной добавки на свойства ШЦВ

Вид щелочного компонента	Суд., м ² /кг	Схваты		Рсж, МПа
		Начало	Конец	
Едкий натр, ρ=1,2 г/см ³	300	2-40	3-50	52,1
	650	1-00	1-20	91,4
Сода, ρ=1,15 г/см ³	300	1-10	3-50	59,4
	650	0-40	1-20	74,5
Жидкое стекло (раствор Na ₂ SiO ₃), ρ=1,1 г/см ³ ; Мс=1,5	300	2-50	6-40	31,1
	650	1-00	4-10	56,1

Таблица 6.7

Влияние продолжительности помола шлака на прочность образцов

Продолжительность помола, мин	Прочность на сжатие, кг/см ²
10	Испытание не прошел
20	8,0
60	122,0
90	Испытание не прошел

Оптимальным был вариант помола в течение 60 мин. Прочность образцов определяли после 28 сут. высушивания на воздухе. Важно использовать термодинамический потенциал «негашеного» доменного шлака, внедряя системы его частичной «сухой» грануляции и помола. Это позволит сэкономить средства, эквивалентные стоимости газа, необходимого для обжига гранулированного шлака, произведенного «мокрым способом». Одним из направлений исследования было изучение влияния температуры прокаливания шлака на прочность изделий из полученных композиций.

Для сравнения свойств молотого шлака в течение разного времени с наиболее распространенной маркой цемента 400 был проведен дополнительный рассеве шлака на ситах разного диаметра (табл. 6.8). Установлено, что существует оптимальная степень помола доменного шлака, выше которой измельчение нецелесообразно. Исследования проводили в лабораторных условиях УкрНИИЭП.

Таблица 6.8

Ситовый анализ образцов молотого шлака

№ сита	Продолжительность помола, мин.				Цемент марки 400
	90	75	60	20	
0,315	1,2	1,0	2,0	1,8	1,3
0,25	0,5	0,4	0,5	0,2	0,4
0,125	5,1	4,4	4,4	3,7	1,8
0,1	0,8	1,6	0,8	1,7	1,7
0,05	1,0	1,8	1,2	2,3	3,9
0,04	1,4	0,8	1,1	0,3	0,9

Исследовано влияние затворителей (различных неорганических щелочных, кислых и нейтральных компонентов), условий затворения (температура, влажность) и тонины помола доменного шлака на свойства ШЩВ. Шлак измельчали в лабораторной мельнице до удельной поверхности 300-900 м²/кг. Прочность образцов определяли через 28 сут. Помол шлака проводили на лабораторной мельнице (рис. 6.24) в течение 10-90 мин. Испытания на прочность изделий проводили в Харьковской национальной академии городского хозяйства (ХНАГХ) на кафедре ТСП и стройматериалов на гидравлическом прессе типа 2ПГ – 10 №394 (рис. 6.25).



Рис. 6.24. Лабораторная мельница



Рис. 6.25 Гидравлический пресс для стандартизированных испытаний строительных изделий

Для работы использовали лабораторное оборудование: весы лабораторные модель ВЛР – 1; электропечь СНОЛ – 1,6.2,0.0,8/9 – М 1 УХЛ 4.2; электрошкаф сушильный лабораторный СНОЛ – 3,5./3,5-И 1. Во время исследований было выделено 6 направлений с применением различных добавок. При подборе рецептуры было исследовано более 150 составов. Лучшие составы образцов приведены в *табл. 6.9*.

Таблица 6.9

Лучшие составы образцов вяжущих

Состав вяжущего, % масс.		Предел прочности на сжатие, кг/см ² (через 28 сут)
Добавка	Граншлак	
Цемент – 2; Песок – 10	88	115,0
Песок-15; раствор Na ₂ SiO ₃ –50 мл	85	142,0
Раствор NaHCO ₃ – 10 мл	90	190,25
Цемент – 3	97	127,0
Раствор Na ₂ SiO ₃ – 25 мл	100	149,0

На *рис. 6.26* приведена схема получения продукции при утилизации ПО черной металлургии. На *рис. 6.27* приведен общий вид изделий из шлаков по технологии УкрНИИЭП.



Рис. 6.26. Схема получения продукции при утилизации ПО черной металлургии



Рис. 6.27. Образцы изделий с использованием различных шихтовых компонентов ММК им. Ильича

Шламы газоочисток доменного и сталеплавильного производств

Шламы и пыли газоочисток в агломерационном, доменном, сталеплавильном и прокатном производствах черной металлургии могут служить ценным вторичным сырьем для основного производства и др. отраслей промышленности. В шлаках металлургических предприятий Донбасса (Стахановский завод ферросплавов, Донецкий, Алчевский, Енакиевский, Константиновский, Краматорский и Макеевский меткомбинаты) установлены промышленные концентрации 13 полезных элементов, из них более или менее стабильными являются Mn, Cd и Cr.

Остальные элементы отмечены в эпизодических случаях. Марганец установлен в 145 (42,2%) пробах шлама и 47 (19,1%) пробах шлака. Он наиболее распространен в шлаках Константиновского, Алчевского и Краматорского меткомбинатов.

Кадмий выявлен в 74 (13,5%) пробах. В количестве до 6,2 г/т он преимущественно распространен в почвах в районах Константиновского, Донецкого и Енакиевского меткомбинатов. Наиболее высокое (свыше 7 кг/т) содержание хрома выявлено в шлаках и шламах мартеновского производства Алчевского и Енакиевского меткомбинатов.

Весьма актуальна проблема утилизации соединений, содержащих Zn и Fe из шламов и пылей – крупнотоннажных отходов газоочисток металлургических заводов ММК им. Ильича, «АлМК», Украина; НЛМК, «Северсталь», «Урал Сталь», РФ и др. Особое внимание следует обратить на возможность экономически выгодного снабжения отечественной промышленности стратегически важными дорогостоящими и дефицитными соединениями Zn из техногенных месторождений – шламонакопителей (ШН) заводов черной металлургии (табл. 6.10).

В целом внедрение современных технологий по утилизации ПО, которые отвечают передовым достижениям науки и техники, осуществляется очень медленно и требует принятия конструктивных мер

для решения проблемы, как на региональном уровне, так и в масштабах Украины.

Таблица 6.10

Объемы пылей и шламов на предприятиях черной металлургии
(по состоянию на 2006 г.)

Страна, предприятие	Объем лежалых шламов, млн. т	Поступление, тыс. т/год	Содержание компонентов, % масс.		
			Zn	Pb	Fe
Украина, ММК им. Ильича	4,5	200	0,5-2,8	1-1,5	48-57
РФ, Новотроицк, «УралСталь»	5,8	150-180	1,9-3,7	1-1,5	49-55
РФ, Липецк, НЛМК	4,8	до 300	1,5-2,6	1-2	45-54
РФ, Череповец, «Северсталь»	5,0	до 300	12-16	1-2	50-56
Молдова, Рыбница, МолдМЗ (пыль)	0,6	10	8-12	1-1,7	56-59

В мировой практике сталеплавильного производства используют несортированный металлолом, поэтому в систему газоочистки металлургических агрегатов поступает большое количество Zn, Pb и др. легкоплавких соединений. Пыли и шламы газоочисток, содержащие 1,5-18% Zn, до 2% Pb и 45-57% Fe, не возвращают в основное производство из-за высокого содержания Zn и Pb, разрушающих футеровку агрегатов и забивающих газоходы отложениями.

Шламы и пыли, содержащие эти соединения, направляют в ШН. Количество лежалых шламов в каждом из ШН крупных металлургических заводов Украины составляет 2-5 млн. т при поступлении в каждый из них 150-350 тыс. т/год. Здесь сосредоточены большие запасы дефицитных и дорогостоящих компонентов. Комплексная утилизация соединений Zn, Pb, Fe. из ШН металлургических заводов в странах СНГ не производится из-за отсутствия промышленно опробованных технологий.

На Украине коэффициент использования Fe в конце 90-х гг. XX в. составил, %: в доменном производстве 93,64, сталеплавильном – 94, прокатном – 71. Железо, содержащееся в единице сырья, распределяется следующим образом, % масс.: 72,2 – в готовой продукции, 22,1 – в отходах, 5,7 – безвозвратно теряется.

Средневзвешенный уровень использования Fe в металлообрабатывающей, машиностроительной и строительной промышленности составляет 81,2%. При этом Fe в виде ПО складировается 16,2%, безвозвратно теряется 2,6%. Следовательно, утилизация уже извлеченного из недр Fe, ценных и дефицитных тяжелых цветных и редких металлов, находящихся практически на территории металлургических предприятий, представляет собой весьма актуальную проблему.

Главным источником образования металлсодержащих пылей и шламов в доменном производстве является доменная печь, основная масса

пыли из которой выносятся с колошниковыми газами. Повторное использование железосодержащего шлама доменной газоочистки связано с проблемами вывода из оборота оксида цинка, который накапливается в верхнем горизонте печи и в газопроводах в виде плотных и слоистых настелей, отрицательно влияющих на ход плавки.

Известен способ переработки пылей и шламов систем очистки газов доменных печей, заключающийся в мокрой магнитной сепарации материала с последующим выщелачиванием Zn и Pb из магнитной фракции. Однако из-за высокой дисперсности разделяемого материала возникают проблемы с отстаиванием полученных суспензий.

Утилизация пыли электросталеплавильных печей представляет собой более серьезную проблему, нежели пылей и шламов других сталеплавильных производств из-за высокой концентрации цветных металлов, содержащихся первоначально в легирующих добавках.

Мелкодисперсная пыль образуется в результате испарения металлов в районе действия электрических дуг, их пары конденсируются и взаимодействуют с кислородом и азотом рабочего пространства печи. В период кипения стали выбросы достигают максимальных значений под действием кислородных струй и активном кипении металла. В период доводки выбросы снижаются до минимума.

Утилизация ценных компонентов из пылей и шламов металлургического производства – актуальная задача для всех индустриально развитых стран мира. Извлечение в полупромышленных и промышленных масштабах Zn и Fe из пылей и шламов газоочисток черной металлургии проводится в основном в Германии, Японии и США. Основными способами являются модификации вельц-процесса.

На заводах Европы («Август Тиссен хютте», Германия, "Бритиш стил", Англия, "ЮЗИНОР", Франция и др.) сухую сталеплавильную пыль транспортируют на усреднительный склад сырья и утилизируют с окалиной в количестве до 100 кг/т агломерата, а шламы подают в окомкователи аглофабрик.

В мировой практике технологии извлечения Zn из разных видов сырья, позволяющие получать цинковый концентрат с содержанием Zn до 62%, отличаются сложностью, энергоемкостью, высокой себестоимостью продукта. Крупнейшая немецкая сталелитейная компания «Гамбургерштаальверке» платит за утилизацию 1 т цинкосодержащих пылей до 100 евро. При этом содержание Zn в получаемом концентрате не превышает 32%.

Существуют пиро- и гидрометаллургические схемы извлечения Zn из отходов металлургического производства. Однако применение гидрометаллургического способа, включающего обжиг сырья, выщелачивание, фильтрацию и оборотный цикл, экономически оправдано лишь для предприятий, уже имеющих гидрометаллургические

производства.

В полупромышленном масштабе на одном из германских сталеплавильных заводов опробован процесс «Sebedon», разработанный для извлечения Zn и Fe из пыли, образующейся при электроплавке стали, включающий обработку пыли раствором NaOH с предварительным выделением ферритов свинца магнитной сепарацией. Изучается процесс извлечения Zn, Pb и Fe и других ценных веществ с помощью пламени электродугового разряда.

На семинаре Европейской экономической комиссии ООН в 1998г. (г. Линц, Австрия) сообщалось об оптимизации цикла использования пыли в электропечном производстве немецкого завода «Крупп Эдельштальпрофиль Гмбх», где имеется электропечь емкостью 140 т. Отходящие газы очищают в одном блоке. В улавливаемой пыли содержатся Zn, Pb, Ni, Cr, Fe и др. Ее отправляют для отделения цветных металлов.

Данное предприятие совместно с фирмой «Форшунтсгемейншафт» разработало технологию рециклинга пыли, которая подается непосредственно на поверхность раздела «шлак-металл» в электродуговой печи. Пыль плавится и восстановление железа происходит в расплаве «шлак-металл», а летучие компоненты – Zn и Pb испаряются в атмосферу печи.

При этом содержание Zn в пыли возрастает за 1 период рециклинга от 20 до 30%, что улучшает работу агрегата извлечения цветных металлов с соответствующим снижением общего объема перерабатываемой пыли на 50%. Компания «Бадише Шталь-Энджиниринг Гмбх», Германия, учитывая рост расходов на обработку пыли электросталеплавильного производства, разработала новую технологию утилизации Zn.

Перспективен процесс «PRIMUS», разработанный фирмой «PAUL WURT», осуществляемый в вертикальной мультиподовой печи. В качестве шихты используют железную руду или металлургические отходы, содержащие оксиды железа (доменные и конвертерные шламы, окалина, пыль дуговых электросталеплавильных печей, замасленные шламы), а в качестве восстановителя – уголь. Энергия процесса обеспечивается за счет тепла, выделяющегося при дожигании CO и летучих веществ угля.

В процессе обработки сырье освобождается от оксидов натрия и калия. Содержание цинка в уловленной пыли достигает 50-60%. Затем подают уголь на соответствующий под печи и начинают восстановительный обжиг, в процессе которого возгоняется Zn. Пыль, улавливаемая на этой стадии, содержит основное количество Zn, концентрация которого в уловленной пыли повышается, благодаря предварительной возгонке Pb, хлоридов и щелочей.

При переработке процессом «PRIMUS» пыли дуговых электросталеплавильных печей с повышенным содержанием Zn,

предусматривается отбор газов из камер восстановительной зоны печи и их очистка от пыли. Уловленная пыль содержит около 60% ZnO.

По данным Технического университета г. Кошице (Словакия) проведены эксперименты по получению Zn и Pb из колошниковой пыли сталеплавильного производства. Технология включает прокаливание окатышей колошниковой пыли в восстановительной атмосфере при $T=1000^{\circ}\text{C}$. Продукты прокалики – оксиды Zn и Pb и окатыши с высоким содержанием Fe и низким – Zn и Pb, пригодны для использования в шахтной печи. Пыль, обогащенная Zn и Pb, служит сырьем для выплавки этих Me.

Применяемая на японских заводах технология предусматривает смешивание доменных и конвертерных пылей с железной рудой и грануляцию шихты. Смесь ее с коксовой мелочью поступает на вельцевание, где извлечение Zn путем возгонки достигает 87,4%, а содержание – Zn в вельц-оксиде – 62,4%. Строительство установок довольно дорого, поэтому японской фирмой «Раса» был разработан способ переработки пылей и шламов с большим содержанием – Zn и др. примесей.

В процессе «Раса-НГП» используется специальный агрегат, с помощью которого с твердых частиц снимается поверхностный слой, содержащий соединения Zn. Проектная производительность установки – 120 тыс. т/год по сырью. Фирмами «Kobe Steel ltd» и «Midrex direct reduction corporation» разработан процесс получения губчатого железа «Fastmet». Ввод его в эксплуатацию произошел в 1995 году в г. Какогава. В качестве сырья используют железорудный концентрат, а в качестве восстановителя – измельченный уголь, коксовую мелочь или углеродсодержащие отходы.

Процесс позволяет успешно утилизировать мелкодисперсные отходы электросталеплавильного производства с улавливанием возгоняемых Zn и Pb. С помощью данной технологии можно также утилизировать пыли доменного и конвертерного производств. Второй завод Fastmet создан на металлургическом заводе «Какогавы Steel Works» фирмы «Kobe Steel ltd» и начал функционировать в 2001 году. Производительность завода составляет 16000 т/год. Получаемое губчатое железо используют в составе металлошихты конвертерного цеха, а цинксодержащую пыль в количестве 1400 т/год продают производителям металлического Zn.

Для рециклинга Zn-содержащей пыли применена одна из разновидностей процесса «Fastmet», разработанная фирмами «Midrex» и «Kobe Steel ltd». Основным отличием ее является температурный режим в печи взвешенной плавки и вид получаемого продукта. В процессе – Zn извлекается из сырья более чем на 95% и в виде оксида улавливается рукавными фильтрами. В США для утилизации металлсодержащих отходов все большее развитие получают процессы с применением плазменной технологии. Существует промышленный процесс извлечения

Zn, Hg и Cd путем плавки уловленной пыли в специальных реакторах.

Цинксодержащие гранулы обрабатывают вместе с коксом при $T=1100^{\circ}\text{C}$ с восстановлением – Zn до металла, который удаляется в виде паров. При их контакте с кислородом атмосферы образуется ZnO, который удаляют из печи и улавливают. Гранулы без Zn и Pb возвращают в электропечь.

На аглофабриках США отходы используют отдельно или в смеси с рудой, концентратами или др. отходами. На заводе "Бетлехем стил" в г. Бернс-Харборе утилизируют на аглофабрике все отходы предприятия. Фирма "Релаксос" г. Чикаго, разработала процесс совместной подготовки железосодержащих пылей и шламов коксовой мелочи и замасленной окалины путем их совместного брикетирования с добавлением каменноугольного пека. Брикеты используют в доменной шихте в количестве до 105 кг/т шихты.

Фирма "Пеллетек" (г. Питтсбург, США) обрабатывает пыль газоочисток доменного и сталеплавильного производств вместе с измельченной окалиной, негашеной известью (4-5% масс.) и кварцевой мукой (1-2% масс.). Компоненты шихты увлажняют, затем выдерживают несколько часов, обеспечивая условия для процесса гидратации извести, гранулируют, сушат; окатыши используют в доменной шихте в количестве 10% масс.

В Германии, Японии и США распространены модификации вельце-процесса – высокотемпературного углетермического восстановления Ме-содержащего сырья во вращающихся печах. Такие технологии извлечения Zn позволяют получать концентрат с содержанием Zn до 62%, отличаются сложностью, энергоемкостью и высокой себестоимостью продукта. Сталелитейная компания «Гамбургерштаальверке» платит за утилизацию 1 т Zn-содержащих пылей до 100 евро. При этом содержание Zn в получаемом концентрате не превышает 32%.

Промышленного производства металлизированных окатышей из шламов доменного и сталеплавильного производств не существует; эти материалы используют в первичном состоянии для производства аглошихты. Попытки ряда коллективов разработать промышленные процессы утилизации отсеков кокса, образующихся на коксохимических и металлургических заводах, не привели к положительным результатам.

Пирометаллургическая переработка цинковых продуктов в РФ, Польше, Болгарии, Японии проводится методом вельцевания, в практике других стран большей частью используют шахтную плавку с последующим фьюмингованием образующихся при шахтной плавке цинковистых шлаков.

Вельцевание – это восстановление твердого Zn-содержащего материала углеродом во вращающихся печах с отгонкой паров металлического Zn и конденсацией окисленного Zn с получением

товарного вельц-оксида.

В большинстве стран СНГ такие технологии разрабатываются на уровне исследовательских работ и полупромышленных испытаний. Промышленного производства металлизированных окатышей из шламов аглодоменного и сталеплавильного производств не существует; эти материалы используют лишь как компоненты аглошихты.

Разработана технология использования шламов доменного, мартеновского, конвертерного и частично электросталеплавильного производств на Челябинском металлургическом комбинате (Российская Федерация). Отделение подготовки к утилизации железосодержащих шламов работает последующей схеме: шламы из радиальных отстойников после сгущения поступают в вакуум-фильтры, затем – в сушильные барабаны; далее шламы подают на аглофабрику. Это приводит к осложнениям в работе газоотводящих трактов, забиваемых отложениями оксида цинка и к серьезному загрязнению ОПС его выбросами.

Известно, что использование шламов в качестве компонента аглошихты осложняется нестабильностью их химического и гранулометрического состава. Это требует разработки технологии рециклинга этих материалов в каждом конкретном случае. Использование в аглошихте тонкодисперсных шламов сталеплавильного производства, приводит к ухудшению газопроницаемости спекаемого слоя и вследствие этого к снижению производительности агломашины.

Кроме того, увеличивается вынос весьма мелких частиц (размером до 10 мкм), содержание которых в шламах достигает 30-40%, что значительно снижает эффективность работы газоочистных установок.

Институтом "Уралмеханобр" (Российская Федерация) совместно с Карагандинским металлургическим комбинатом (Казахстан) разработана новая технология утилизации Fe-содержащих шламов в аглопроизводстве, где остро стоят проблемы улавливания и очистки пылегазовых выбросов и утилизации уловленной пыли. По предложенной схеме шламы аглофабрик, подбункерных помещений доменных печей, тракта шихтоподачи дробильно-сортировочной фабрики сгущают и обезвоживают на вакуум-фильтрах.

По данной технологии шламы после двухстадийного сгущения с содержанием твердого 40-50% подают в распыленном виде в смесители аглошихты вместо технической воды. В результате шлам равномерно распределяется в объеме аглошихты, вся шихта увлажняется до необходимого уровня при значительном сокращении расхода воды.

Определенное внимание уделяется внедрению малоотходных технологий на комбинате «Северсталь» г. Череповец. В 2002 г здесь образовалось более 7400 тыс.т. отходов, из них утилизировано 6200 тыс. т (без утилизации – Zn и др. цветных металлов), складировано 1034,5 тыс. т.

Специалисты Украины уделяют достаточно серьезное внимание

проблемам техногенных месторождений (ТеМ) ТМ. В трудах 2-й Мариупольской экологической конференции 1997г. сообщалось о лабораторных исследованиях «УкрНТЭК» по созданию технологии «Электрококс» для переработки шламов черной металлургии, содержащих – Zn и Fe. По данным авторов процесс обеспечивает благоприятные условия для восстановления Zn без обязательной металлизации железа.

Предполагается получать товарный «цинкпродукт» и железистый сплав. «Цинкпродукт» содержит более 90% высокодисперсного ZnO, а степень металлизации Fe в сплаве можно регулировать от вюстита до чугуна. Исходная Zn-содержащая пыль перерабатывается в специальном устройстве, где сырье расплавляется и фильтруется через слой кокса, разогретого электрическим током до $T=1400-1600^{\circ}\text{C}$.

Предложена ресурсосберегающая технология утилизации Fe-содержащих отходов из шламов и замасленной окалины с получением различной продукции для последующего возвратного использования в доменных и сталеплавильных агрегатах: ферритокальциевый комплексный флюс для доменных печей, ферритокальциевый комплексный флюс и ожелезненная известь для сталеплавильного производства, ферритокальциевая смесь для производства железорудных окатышей. Компоненты шихты: шламы агломерационного, конверторного, доменного, электросталеплавильного и ферросплавного производства и мелкая фракция известняка.

Новая пирометаллургическая технология разработана ДонГТУ для переработки шлаков, кеков, шламов, руд и других полупродуктов и отходов, содержащих оксиды Fe и Zn с целью их извлечения. Технология основана на использовании высокоинтенсивного процесса углетермического восстановления в режиме вспененной шлаковой ванны. Предлагаемый процесс характеризуется возможностью использования в качестве восстановителя уголь.

Продуктами переработки являются деметаллизированный шлак, цинковые возгоны, пригодные для получения пигментного ZnO или металлического Zn и железа в виде чугуна или стали. Основой технологии является создание в электропечи вспененного шлакового слоя, в котором смешиваются частицы углеродистого восстановителя и науглероженного железа, что приводит к интенсификации процесса восстановления. Вспененный шлаковый слой создается не за счет принудительного дутья, а за счет выделяющихся газообразных продуктов реакции восстановления оксидов под слоем шлака.

Технология плавки во вспененном шлаковом слое позволяет извлекать Zn до остаточных содержаний 0,01-0,05% при производительности в 3-5 раз выше, чем при традиционной электроплавке, с одновременным снижением энергозатрат в 1,5-1,8 раза. Технология опробована в электропечи мощностью 100 кВт на цинксодержащих шлаках

медного и никелевого производства и железорудного концентрата для прямого получения Fe.

На металлургических заводах Украины преобладает мокрый способ очистки отходящих газов сталеплавильных электропечей. На основе выполненных в Донбасском национальном техническом университете (ДонНТУ) исследований разработана технология подготовки сухих и влажных отходов газоочисток металлургического производства для организации рециклинга и последующего извлечения Zn.

В соответствии с ней пыль электрофильтра, из бункеров дозатором подают в бункер. Затем пыль дозатором подают в смеситель-увлажнитель. Увлажненную смесь, подают в бункер и далее – в вальцевый пресс. Готовые брикеты транспортируют в шихтовое отделение сталеплавильного цеха и подают в электропечь вместе с шихтой.

На Днепровском металлургическом комбинате введена в эксплуатацию 1-я очередь комплекса подготовки пылей и шламов по технологии, разработанной ДонНТУ для утилизации в агломерационном производстве железосодержащих отходов кислородно-конвертерного цеха: шламов, известковой пыли, отсевов извести и известняка, гранулированного конвертерного шлака.

В комплекс подготовки ПО входят: корпус обезвоживания шламов, поступающих из оборотного цикла газоочисток; корпус смешивания обезвоженных шламов с сухими отходами; склад готовой продукции.

Особого внимания заслуживает факт отсутствия промышленных способов, в которых комплексно извлекают – Zn и Fe даже на крупнейших металлургических предприятиях Украины, России и др. стран. Примерами, отражающими возможности утилизации цинксодержащих отходов газоочисток сталеплавильного производства, являются исследования авторов данной книги.

Перечисленные выше технологии извлечения ценных компонентов из металлургических отходов имеют ряд существенных недостатков с точки зрения технологии переработки сырья, удельных энергозатрат, экологических, социальных и экономических проблем. В общем виде эти недостатки можно объединить в 2 группы. Первая из них характеризуется низким качеством получаемых товарных продуктов – свинцово-цинкового концентрата, технического оксида цинка, содержание Zn в котором не превышает 62%.

К особо серьезным недостаткам следует отнести решение отдельных заводов использовать пыли и шламы газоочисток с низким содержанием Zn в качестве добавки к агломерату и при обжиге цементного клинкера. Возгоняющиеся соединения Zn резко осложняют работу газоотводящих трактов агрегатов агломерационного производства и цементной промышленности (настыли в газоходах и печном пространстве).

Ко 2-й группе недостатков следует отнести то, что практически все

используемые процессы сопровождаются потерями дорогостоящих компонентов, загрязняют воздушный, водный бассейны и почвы мелкодисперсными токсичными соединениями Zn, выделяющимися в ОПС из агломашин, обжиговых печей и др. термических агрегатов.

Утилизация мелкодисперсных коксовых отходов коксохимических предприятий позволит не только экономить материальные и теплоэнергетические ресурсы, но и снизит степень загрязнения ОПС в районе их размещения. Следует учесть определяющие моменты: по принятым до 2025 г. темпам роста добычи предполагается полное или частичное исчерпание запасов ряда важнейших полезных ископаемых. Этот фактор определяет генеральную линию в поиске новых источников и их приоритетность уже в первые годы XXI века.

В ближайшей перспективе состояние с собственным производством Zn на Украине значительно ухудшится. Для сокращения дефицита потребности Украины в Zn необходимо принять меры по созданию собственных металлургических мощностей, где особо положительную роль могут сыграть крупнотоннажные техногенные месторождения указанного элемента.

Необходим переход к принципиально новым технологическим системам, дающим максимальный ресурсо- энергосберегающий и природоохранный эффект. В современных условиях это может быть достигнуто только на основе комплексности использования первичного и вторичного сырья, внедрения малоотходных технологий, повышения уровня межотраслевой кооперации и координации работ в вопросах утилизации ПО и защиты ОПС.

В связи с этим первоочередными задачами для Украины являются:

- инвентаризация и полная оценка объемов и истинной стоимости ПО, создание проблемно-ориентированных классификаторов ПО;
- минимизация остаточного количества вновь образуемых отходов;
- доработка технологий высокого уровня, которые смогут обеспечить подготовку ПО для использования другими предприятиями, выход на рынок ПО или их глубокую комплексную переработку;
- разработка стратегии по проблеме ПО, стимулирующей предприятия к созданию малоотходных производств, полной переработке образовавшихся отходов или реализации их на рынке ПО для межотраслевого использования;
- обеспечение экологической безопасности переработки отходов и уничтожения остаточных продуктов.

Из поставленной цели можно сформулировать следующие задачи:

- разработать рациональные ресурсо- энергосберегающие технологические схемы для переработки крупнотоннажных металлосодержащих отходов газоочисток доменного и

сталеплавильного переделов, мелкодисперсных отходов кокса и соединений цинка, накапливающихся в оборотных циклах газоочисток доменного производства;

- провести экономическую эффективность разработанных технологий в условиях действующих предприятий Украины, комплексную оценку влияния предложенных технологических схем на социальную и природную среду, инвентаризацию мест размещения ТеМ указанных Ме;
- изучить физико-химические свойства утилизируемых компонентов и получаемых товарных продуктов;
- определить наносимый и предотвращенный эколого-экономический ущерб ОПС до и после создания и внедрения каждой разработанной технологии.

После отработки оптимальных промышленных режимов разработанных утилизационных установок следует провести тиражирование их на других металлургических заводах Украины, СНГ и дальнего зарубежья.

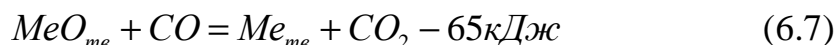
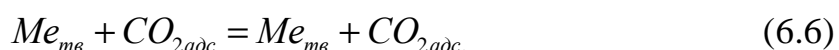
Актуальность проблемы заключается в устранении недостатков существующих технологий, разработке эколого-экономически целесообразных технологий производства импортзамещающей высокосортной продукции, их внедрении на металлургических заводах Украины, сокращении объема лежалых ПО, снижении степени загрязнения ОПС, сокращении энергозатрат и экономии природных ресурсов. Особо важным достижением можно считать решение крупных социально-экологических проблем регионов Украины с напряженной экологической обстановкой.

В отходах металлургических производств ведущие компоненты представлены ZnO и $ZnFe_2O_4$; Fe находится в форме ферритов, Fe_3O_4 , аморфного основного сульфата $2Fe_2O_3 \cdot SO_3 \cdot nH_2O$, гематита $\alpha-Fe_2O_3$, Zn-содержащих магнетита $(Zn, Fe^{2+}) \cdot (Fe^{3+} Al)_2O_3$, диортосиликата $[Ca(Zn, Fe^{2+}, Mg)]_2 \cdot Si_2O_7$ и железистого ортосиликата цинка $(Zn, Fe)_2 \cdot SiO_4$.

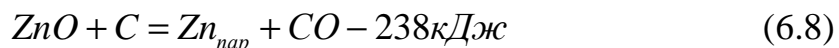
Термодинамика процесса восстановления Zn из твердых фаз определяется составом газовой фазы, а кинетика, еще и величиной межфазной поверхности контакта «твердое – газ» и диффузионным сопротивлением. Твердый углеродистый восстановитель выполняет ряд функций. Он является топливом и восстановителем Zn, Pb, Fe и др. элементов, а также уплотнителем сыпучей шихты.

По адсорбционно-автокаталитической теории восстановления MeO происходит адсорбция газа-восстановителя на поверхности MeO, затем отрыв кислорода от MeO и переход его к адсорбированным молекулам CO с получением CO_2 , и новой фазы при удалении CO с поверхности Me:

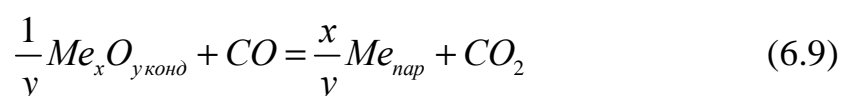




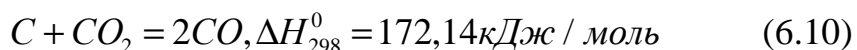
Параллельно протекает реакция восстановления:



В окислительной атмосфере печи реакция (6.8) протекает в обратном направлении и в системе находится смесь ZnO и непрореагировавших частиц шихты – технический цинковый концентрат. При восстановлении оксида по реакции:



с полным испарением восстановленного Me необходимо охладить газовую смесь и сконденсировать его пары. Процесс окисления паров Me идет при эндотермичной реакции восстановления. Взаимодействие C и CO идет с поглощением тепла:



Контакт твердого углерода с ZnO в мелкосыпучей шихте затруднен. Взаимодействие происходит только в местах соприкосновения частиц углерода с соединениями Zn. Поэтому восстановление ZnO углеродом по реакциям (6.8) и

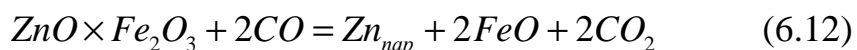


имеет второстепенное значение.

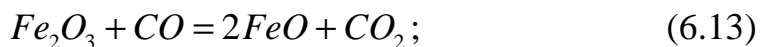
Полная дистилляция Zn термодинамически возможна при $T > 1000^\circ\text{C}$. Его пары конденсируются на поверхности пылинок шихты, улавливаемых из газов в виде Zn-концентрата.

Кинетика и механизм восстановления зависят от состояния Zn и углеродистого восстановителя в исходном материале; температуры и концентрационных условий процесса. Окисленные формы цинка (ZnO, ZnFe₂O₄, Zn₂SiO₄ и др.) тугоплавки, поэтому кинетика восстановления Zn из этих соединений описывается уравнениями, типичными для взаимодействий в системах «твердое – газ», с тем отличием, что восстановленный Zn отгоняется и не создает внутридиффузионного сопротивления процессу.

В результате взаимодействия ферритов Zn с CO выделяются пары Zn и низшие оксиды Fe:



Соединения железа (FeO , Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , $x\text{FeO} \times y\text{SiO}_2$ и др.) в вельц-процессе восстанавливаются до FeO или металлического Fe по реакциям (6.7) и



Шихта в существующих процессах нагревается до $1250-1300^\circ\text{C}$ в реакционной зоне (0,65-0,70 общей длины вельц-печи, L). Материал к разгрузочному концу, охлаждается до $1150-1200^\circ\text{C}$. Продукты сгорания топлива нагреты до $T = 1300-1350^\circ\text{C}$ в зоне 0,5-0,6 L печи, затем на выходе из верхнего конца печи она снижается до $700-800^\circ\text{C}$. В реакционной зоне протекают процессы горения и газификации углерода шихты, способствующие ускорению процесса восстановления Me . В зоне формирования продуктов обжига завершается восстановление Me .

Восстановлению Me предшествует индукционный период. Затем на поверхности кристалла MeO возникают участки восстановленного Me , которые с нарастающей скоростью покрывают его поверхность. Процесс идет с замедлением вглубь кристалла с диффузией газов через слой восстановленного Me .

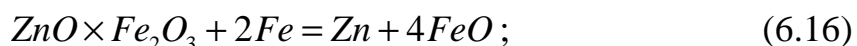
Индукционный период процесса восстановления – это очень медленно текущая реакция (6.7) при отсутствии катализирующего контакта двух фаз. При этом создаются зародыши новой металлической фазы, места контакта которых с оксидом углерода будут далее ускорять процесс восстановления.

Химический механизм процесса будет проявляться еще нагляднее при восстановлении Me твердым углеродом из гранулированной шихты, состоящей из Me -содержащей фазы и избытка углеродистого восстановителя относительно стехиометрического. Скорости подвода восстановителя и течения реакции определяются диффузионным сопротивлением слоя восстановленного Me и строением шихтовой гранулы.

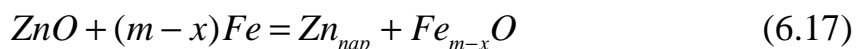
При восстановлении оксидов Me оксидом углерода CO возможен процесс с участием твердого углерода. При низких температурах некоторые частично восстановленные оксиды Me являются сильными катализаторами для реакции Белла по схеме:



На углетермическое восстановление Zn влияет наличие $\text{Fe}_{\text{мет}}$. Совместное присутствие ZnO и $\text{Fe}_{\text{м-х}}\text{O}$ ведет к преимущественному восстановлению Fe при более низких температурах, а при $T = 1200^\circ\text{C}$ – преимущественно Zn .



Оксид цинка восстанавливается металлическим железом в 2 раза быстрее, чем СО, поэтому смесь оксидов Zn и Fe восстанавливается быстрее и при более низкой температуре, чем чистый ZnO. Возможна реакция:



Для разработки новой технологии утилизации пылей и шламов доменного и сталеплавильного производств авторами данной книги проведен комплекс физико-химических исследований на базе приборного парка УкрНИИЭП и НТЦ «Институт монокристаллов» НАНУ (табл. 6.11).

Таблица 6.11

Химический состав цинксодержащих шламов
газоочисток ММК им. Ильича

Производство	Содержание основных компонентов, % масс.					
	ZnO	Fe _{общ}	MnO	SiO ₂	CaO	ΣR ₂ O
Доменное	0,3-1,2	50-57	не опр.	6,8-7,0	4,7-6,1	0,17-0,18
Сталеплавильное	1,1-2,5	60,2	0,3-0,5	1,5-1,8	8,5-10,0	0,15-0,18

Химический анализ не позволяет уверенно утверждать, что элементный ряд Me находится только в форме оксидов. Для получения полных данных о структуре сырья необходим рентгеноструктурный анализ, как основной способ точного определения в нем фазовых связей элементов (табл. 6.12 и рис. 6.28).

Таблица 6.12

Результаты рентгеноструктурного анализа

Формула соединения	Значения межплоскостных расстояний, d/n, Å
Fe ₃ O ₄ ; 1,326	1,623; 1,485; 1,326; 1,279; 1,210; 1,21;
ZnO; 1,357	1,623; 1,475; 1,406; 1,377; 1,307; 1,282
Zn*Fe ₂ O ₄ ; 1,714	1,719, 1,688; 1,628;
Zn _x Pb _{n-x} O; 2,814	3,10; 2,71, 2,63
PbO; 2,613	2,92, 2,77

Дисперсный состав пылей и шламов определяли на седиментационных весах «Сарториус 4600» (рис. 6.29). Электронные и оптические микрофотографии частиц приведены на рис. 6.30 и 6.31. Габитус первичных частиц – шарообразные возгонного характера и частицы неправильной формы – компоненты шихты.

Термогравиметрические исследования проб вели на дериватографе фирмы «МОМ» (Венгрия). Установка одновременно фиксирует изменения температуры образца (кривая Т), его массы (кривая ТГ), скорость изменения температуры, наличие экзо- и эндотермических эффектов, (кривая ДТА), скорость изменения массы образца (кривая ДТГ). Диапазон

исследований 20-1000⁰С. На *рис. 6.32* и *6.33* приведены дериватограммы мартеновской пыли ММК им. Ильича и гранулированной с коксом шихты.

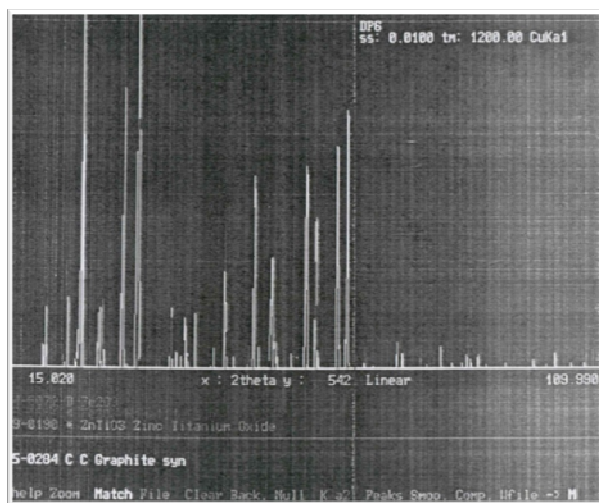


Рис. 6.28. Образец рентгенограммы проб исходных шламов

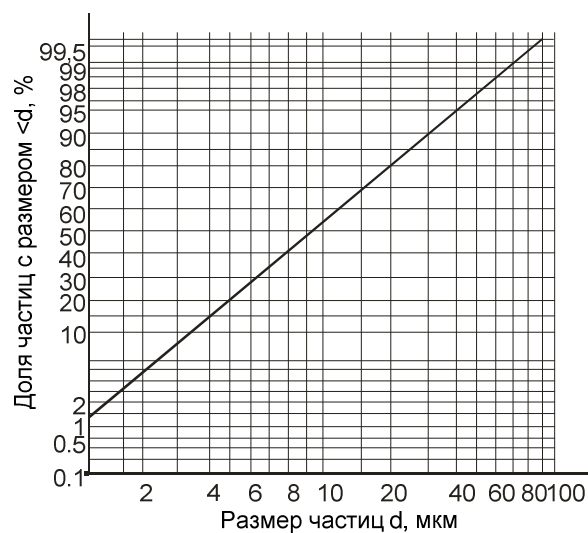


Рис. 6.29. Интегральное распределение частиц в пробе исходного шлама

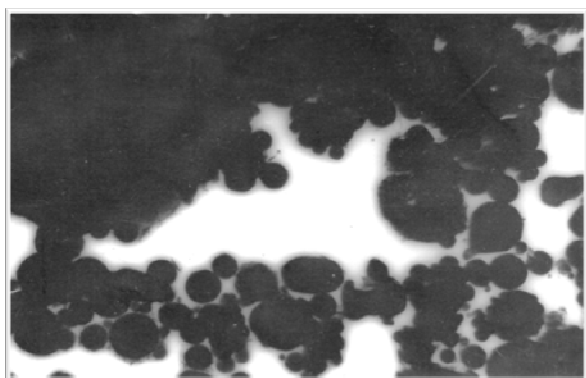


Рис. 6.30. Электронная микрофотография частиц исходного шлама. Общее увеличение 15000х

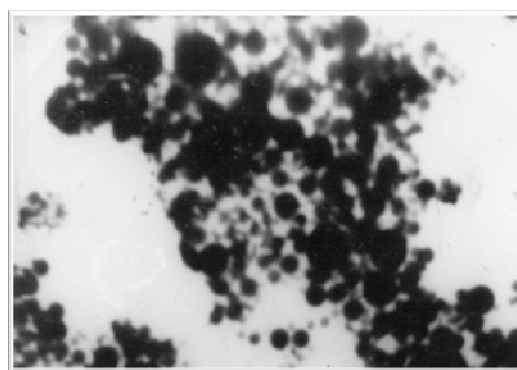


Рис. 6.31. Оптическая микрофотография частиц шлама. Общее увеличение 320х

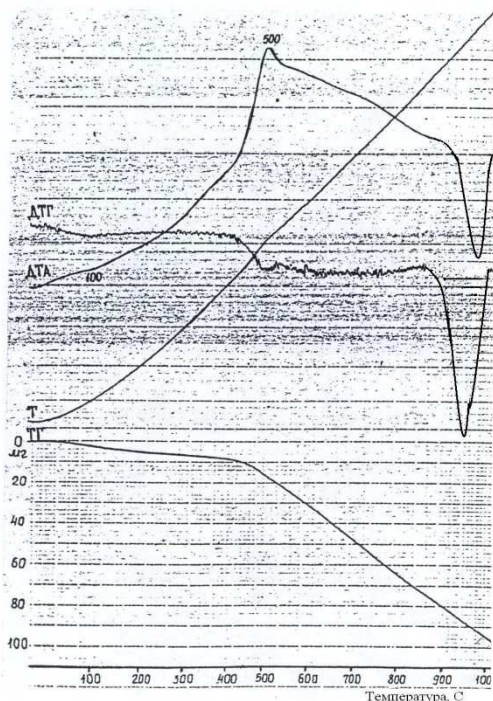


Рис. 6.32. Дериватограмма исходной цинкосодежащей пыли

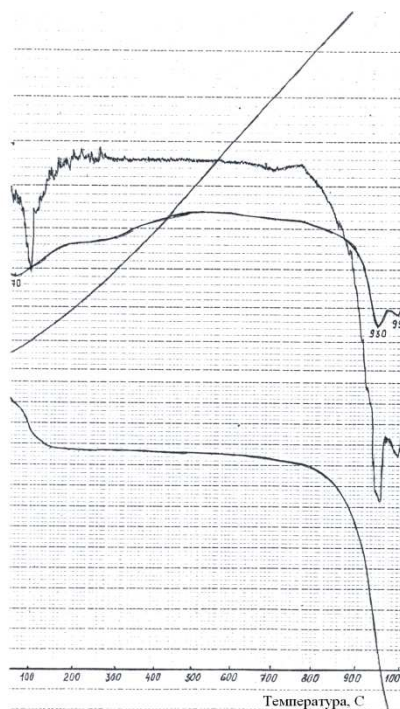


Рис. 6.33. Дериватограмма гранулированной шихты

Отсевы кокса: исходный фракционный состав ≤ 5 мм, для грануляции ≤ 300 мкм. Химический состав, % масс.: С – 85,2; S $\leq 1,1$; зола – 12. Влажность исходная $\leq 6\%$, истинная плотность – 0,91 г/см³, угол естественного откоса – 35° к горизонтали. Состав золы, % масс.: SiO₂ – 65; Al₂O₃ – 24,6; CaO – 3,5; MgO – 1,3; С – 0,1 ÷ 2,8; S – 1,42; Р – 0,029.

Восстановление Zn и Fe с использованием твердого углерода традиционно ведут путем обжига в вельц-печах мелкодисперсной шихты. При движении ее в печи происходит расслаивание компонентов, возникают зоны с недостатком восстановителя для полного протекания реакций восстановления Me в объеме шихты, снижение общей степени их извлечения.

В других зонах печи образуются участки с избытком восстановителя. Это приводит к загрязнению улавливаемого Zn-содержащего продукта частицами шихты. Указанные непрогнозируемые колебания соотношения компонентов в шихте резко снижают эффективность вельц-процесса, ухудшают качество Zn-концентрата и Fe-содержащих окатышей.

Устранение этого явления достигается при гранулировании исходных компонентов с коксом и каменноугольным пеком в определенном соотношении с получением гранул, прокаливаемых в печи. Избыточное тепло процессов сушки компонентов шихты, сушки и обжига гранул используется в котле-утилизаторе для получения пара.

В противоточной вельц-печи имеются 4 основные зоны: 1 – нагрева и сушки гранул; 2 – разложения реакционных материалов; 3 –

восстановления Me (реакционная); 4 – транспортирования обесцинкованных гранул. В процессе пребывания гранул в вельц-печи при $T=100-130^{\circ}\text{C}$ удаляется физическая влага. Далее в зоне $T=200-400^{\circ}\text{C}$ происходит разложение карбонатов (CaCO_3 , ZnCO_3 , $\text{ZnCO}_3 \times 3\text{Zn(OH)}_2$ с изоморфными примесями железа, сульфатов (ZnSO_4 , PbSO_4 и др.) и удаление химической влаги.

С дальнейшим увеличением температуры ($500-1100^{\circ}\text{C}$) начинают происходить процессы диссоциации оксидов железа, горение и окисление углеродистого восстановителя, восстановление ферритообразующих фаз различных соединений, таких как $\text{ZnO} \times \text{Fe}_2\text{O}_3$, Fe_2ZnO_3 , Fe_2ZnO_4 с избирательной дистилляцией Zn и Pb в окислительную атмосферу печи и последующим окислением до ZnO , полное восстановление $\text{ZnPb}_{n-x}\text{O}$, PbO .

В 1-й зоне ($L_1=6 \pm 1\text{ м}$) от загрузочного конца печи происходит удаление физической и части химической влаги из гранул; во 2-й зоне ($L_2=8 \pm 3\text{ м}$ от 1 зоны) – полное удаление химической влаги, возгонка Pb, разложение карбонатов и других соединений; в 3-й зоне ($L_3=22 \pm 11\text{ м}$ от зоны разложения) – горение и газификация углерода, полное восстановление Zn и его возгонка в нейтрально-окислительную атмосферу печи, затем окисление до оксида Zn, частичное восстановление Fe из оксидов. В 4-ой зоне $L_4=4-8\text{ м}$ от нижнего конца печи завершаются восстановительные процессы и остывание гранул (рис. 6.34).

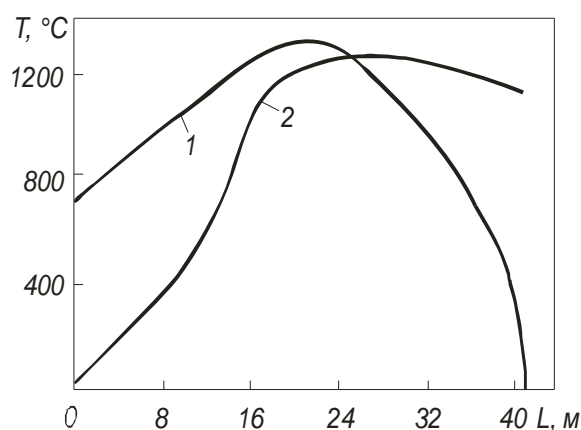


Рис. 6.34. Температура шихты и газовой фазы в вельц-печи

1 – в слое шихты; 2 – по длине вельц-печи, L, м

Полученные данные исследований, проведенных для разработки малоотходной технологии, позволили устранить основные недостатки существующих технологий. Они использованы нами при проектировании и испытаниях опытно-промышленной установки с технологической схемой процесса переработки цинксодержащих пылей и шламов (рис. 6.35).

Доставку шламов и отсевов кокса в отделение подготовки сырья осуществляют железнодорожным или автотранспортом (поз. 1).

ПЕРЕГРУЗКУ осуществляют грейферным краном (поз. 2) через закрома. Складирование цинксодержащих шламов и углеродистого восстановителя – кокса, осуществляют в закрома (поз. 1) и далее грейферным краном – в приемные бункера. Разгрузка бункеров производится дозаторами (поз. 2,5) для передачи сырьевых материалов в отделение подготовки и грануляции ШИХТЫ.

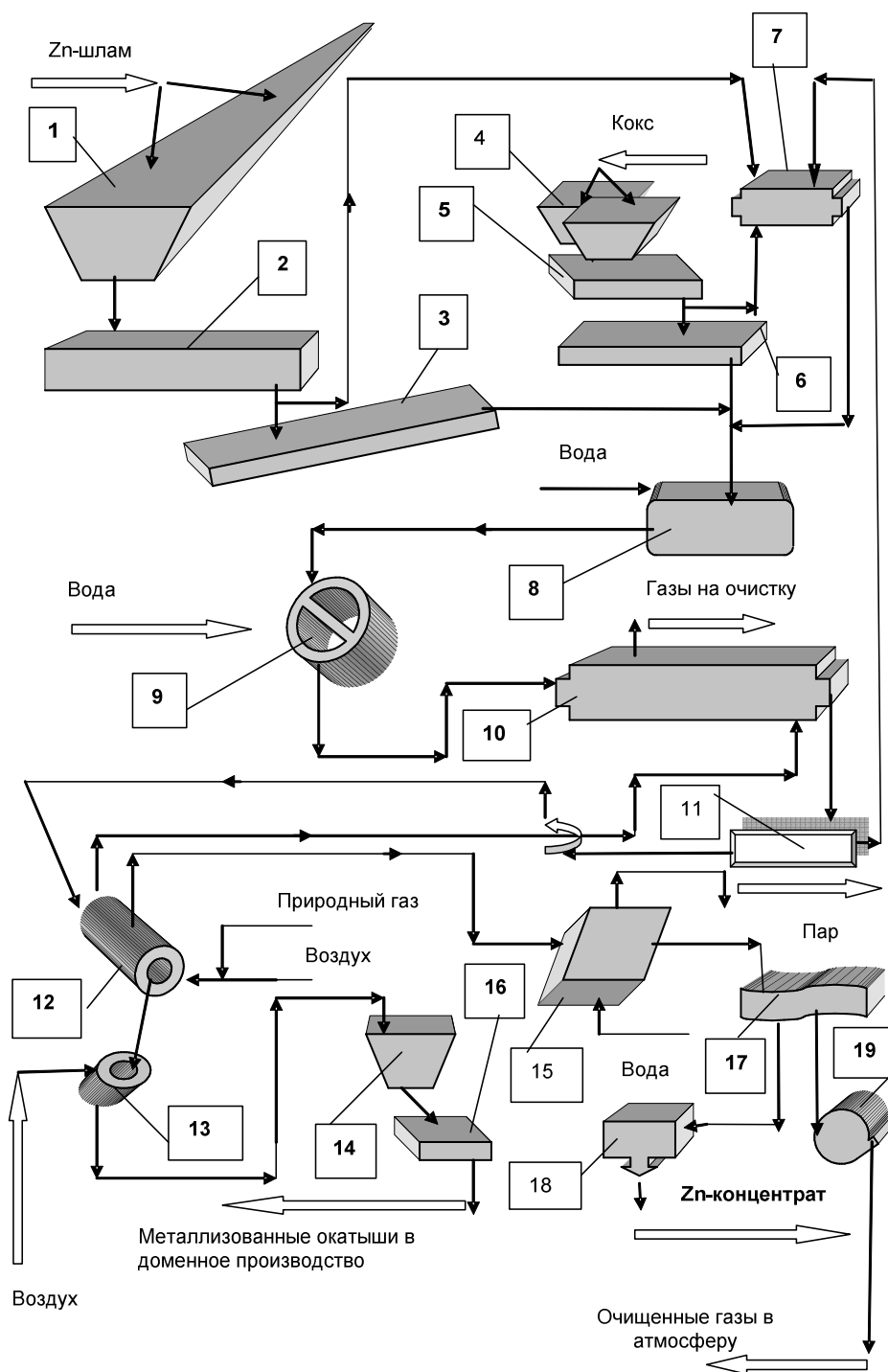


Рис. 6.35. Технологическая схема процесса утилизации соединений цинка из шламов и пылей газоочисток доменного и сталеплавильного производств

Передача сырья осуществляется в отделение подготовки и грануляции шихты. Разгрузка бункеров производится на ленточные желобчатые конвейеры (поз. 3, 6), подающие шламы и кокс в бункера отделения подготовки и грануляции шихты и далее весовыми дозаторами – в размольно-смесительные бегуны (поз. 7) для размолла компонентов и смешивания с исходным шламом.

Затем шихту направляют в смеситель (поз. 8), где проводят окончательное смешивание компонентов с добавлением оставшегося цинксодержащего шлама через дозатор и частичное увлажнение шихты. Все участки перегрузки компонентов шихты и их обработки снабжены аспирационными системами с общей или отдельной двухступенчатой газоочисткой с тягодутьевыми устройствами, возвратом уловленной пыли и трубами выброса очищенного воздуха в атмосферу. Полученная смесь поступает на гранулятор (поз. 9).

Сформованные гранулы поступают в ленточную сушилку (поз. 10) для сушки при температуре 250-300°C с использованием тепла топочных газов, отводимых от холодного конца вельц-печи (поз. 12) до необходимой остаточной влажности и далее на грохот (поз. 11) для выделения гранул оптимальной фракции.

Некондиционные гранулы возвращают на размол в бегуны (поз. 7) для подшихтовки исходной шихтовой смеси. На всех участках приготовления, грануляции и сушки шихты устанавливают аспирационные и 2-хступенчатые газоочистные системы. Кондиционная фракция сухих гранул поступает в отделение обжига гранул и улавливания цинкового концентрата.

Обжиг гранулированной шихты проводят для дистилляции цинка в противоточной обжиговой вельц-печи с отводом пылегазовой смеси из холодного конца обжиговой печи. Атмосфера газовой фазы печи – слабо-окислительная. Из вельц-печи пылегазовая смесь поступает через котел-утилизатор (поз. 15), в рукавный тканевый фильтр (поз. 17) при $T=180^{\circ}\text{C}$ с использованием тягодутьевого агрегата (поз. 19). Для изготовления тканевых рукавов используют ткани типа лавсан или оксалон с сопротивлением ткани 600-700 мм вод. столба.

В тканевом фильтре улавливается высокосортный цинковый концентрат, который поступает из бункеров фильтра в бункер и через весовой дозатор в упаковочную машину (поз. 18), а затем с помощью автопогрузчика – на склад готовой продукции.

Очищенный газ удаляется в атмосферу через дымовую трубу. Обесцинкованные восстановленные железорудные гранулы из вельц-печи поступают в холодильник (поз. 19), охлаждаются до $T=90-100^{\circ}\text{C}$, поступают в бункер (поз. 20), питателем (поз. 21) перегружаются в контейнеры и подаются стороннему потребителю или в собственное основное производство.

Анализ и прогнозирование эффективности рассматриваемого технологического процесса и оптимизация его параметров предопределяет необходимость разработки его математической модели, описывающей зависимость выходной переменной модели – степени извлечения цинка от входных переменных основных параметров процесса: температуры в реакционной зоне вельц-печи, диаметра гранул, времени пребывания гранул в вельц-печи, доли кокса в шихте.

Разработку модели осуществляли на основе современных экспериментально-статистических методов с использованием данных опытно-промышленных испытаний технологии. Особенностью рассматриваемой задачи восстановления зависимостей по экспериментальным данным является существенно нелинейный характер многомерной зависимости выходной переменной модели от входных факторов, высокая степень структурной неопределенности (отсутствие априорной информации, позволяющей однозначно выбрать структуру модели), сравнительно малый объем исходных данных.

В этом случае применение традиционных методов восстановления зависимостей на основе полиномиальной регрессии оказывается малоэффективным в связи с резким возрастанием числа подлежащих оценке параметров регрессионной модели, необходимого для достижения заданной точности аппроксимации.

Поэтому для построения модели реализована схема двухуровневой идентификации по малой выборке с использованием в качестве модели линейной комбинации так называемых ядерных (радиально-базисных) функций. Использование такой структуры модели позволяет с достаточно высокой точностью аппроксимировать сложные многомерные зависимости и при этом существенно уменьшить число подлежащих оценке параметров. Оценка параметров модели осуществлялась на основе метода опорных векторов с использованием алгоритмов идентификации.

Модель формирования экспериментальных данных принята в виде $y_i = f(x_i) + e_i$, где y_i – значение выходного параметра (степень выделения цинка), x_i – вектор значений входных параметров (он состоит из 4 значений: температура в реакционной зоне печи, время пребывания гранул в ней, содержание кокса в шихте и диаметр гранул), e_i – адитивный нормально распределенный дискретный шум с нулевым средним и заданной дисперсией σ_e^2 , $f(x)$ – неизвестное нелинейное отображение.

Примем структуру аппроксимируемой зависимости в виде:

$$y_i = w^T \varphi(x_i) + b + e_i, \quad (6.18)$$

где весовой вектор $w \in R^m$ и постоянное смещение $b \in R^1$ – подлежащие определению параметры идентифицируемой модели, (здесь T – знак транспонирования). Структура модели, в свою очередь, определяется

выбранным вектором координатных функций $\varphi(x_i) \in R^m$, однозначно связанных с некоторой симметричной положительно определенной ядерной функцией $K(x_i, x) = \varphi^T(x_i)\varphi(x)$ вида $K(x_i, x) = \exp(-\mu\|x - x_i\|_2^2)$, где $\mu > 0$ – некоторый настроечный параметр.

Задача идентификации модели состоит в нахождении оценок неизвестных параметров $w(n)$, $b(n)$ по совокупности наблюдений $I_n = \{y_i, x_i\}_{i=1}^n$. Априорная информация о векторе параметров модели w была задана в статистической форме, трактуя его компоненты как независимые в совокупности нормально распределенные случайные величины с нулевым средним и априорной дисперсией σ_w^2 . В соответствии с методом максимума апостериорной вероятности, оценки неизвестных параметров модели (6.18) определяются путем решения задачи условной минимизации функционала

$$J(w, b, e) = \frac{\sigma_w^2}{2} w^T w + \frac{\sigma_e^2}{2} \sum_{i=1}^n e_i^2, \quad e_i^2 = (y_i - w^T \varphi(x_i) - b)^2. \quad (6.19)$$

Функции Лагранжа для задачи (5.15) имеют вид:

$$L(w, b, e, \lambda) = J(w, b, e) + \sum_{i=1}^n \lambda_i [y_i - w^T \varphi(x_i) - b - e_i], \quad (6.20)$$

где $\lambda \in R^n$ – вектор сопряженных переменных (множителей Лагранжа).

Записывая условия экстремума, получим систему уравнений для определения неизвестных параметров и сопряженных переменных:

$$\begin{aligned} w &= \sum_{i=1}^n \lambda_i \varphi(x_i), \\ b &= y_i - w^T \varphi(x_i) - e_i, \\ \sum_{i=1}^n \lambda_i &= 0, \lambda_i = \gamma e_i, i = \overline{1, n} \end{aligned} \quad (6.20, a)$$

где $\gamma = \sigma_e^2 / \sigma_w^2$ – отношение дисперсий измерений и априорных дисперсий оцениваемых параметров.

Исключив переменные w, e , систему уравнений (6.20, a) можно представить в эквивалентном матричном виде:

$$(\gamma^{-1} I_n + \Phi_n) \lambda + 1_n b = Y_n, \quad 1_n^T \lambda = 0, \quad (6.21)$$

где $Y_n = (y_1, y_2, \dots, y_n)^T$ – вектор измерений выходной переменной;

$\Phi_n = \|\Phi_{ij}\|$ – квадратная матрица размером $n \times n$ с элементами вида

$$\Phi_{i,j} = \varphi^T(x_i)\varphi(x_j) = K(x_i, x_j) \quad i, j = \overline{1, n};$$

I_n – единичная матрица соответствующей размерности; $1_n^T = (1, 1, \dots, 1)$ – вектор, состоящий из n единиц.

Решение системы (6.21) можно получить в явном виде, определяющем, с учетом (6.20,а), оптимальное значение вектора $\lambda(n)$ сопряженных переменных и соответствующих оценок искомых параметров модели (6.18):

$$\begin{aligned}\lambda(n) &= [I_n - \varpi_n A_n(\gamma) 1_n 1_n^T] A_n(\gamma) Y_n, \\ b(n) &= \varpi_n 1_n^T A_n(\gamma) Y_n, \quad w(n) = \sum_{i=1}^n \lambda_i(n) \varphi(x_i),\end{aligned}\tag{6.22}$$

где $A_n(\gamma) = (\gamma^{-1} I_n + \Phi_n)^{-1}$, $\varpi_n = (1_n^T A_n(\gamma) 1_n)^{-1}$.

С использованием формул (6.21) окончательно получим выражение для оценки неизвестной функции модели $f(x)$:

$$f(x) = \sum_{i=1}^n \lambda_i(n) K(x_i, x) \tag{6.23}$$

Восстановленная математическая модель имеет вид алгоритмически заданной функции, позволяющей осуществлять расчет выходной переменной по формулам (6.22), (6.23) для любых значений входных факторов. Формулы для определения оптимальных сопряженных переменных содержат только ядерные функции $K(x_i, x)$ и не требуют явного определения вектора координатных функций $\varphi(x)$.

Это позволяет использовать рассмотренную методику идентификации в условиях практически полного отсутствия априорной информации о модели ряда $f(x)$, поскольку линейной комбинацией достаточно большого количества ядерных функций можно успешно аппроксимировать достаточно сложные многомерные нелинейные отображения.

Окончательное формирование методики моделирования содержит выбор настроечных параметров алгоритма идентификации $\gamma = \sigma_e^2 / \sigma_w^2$, $\mu > 0$. Указанный выбор, обеспечивающий наивысшую точность аппроксимации, осуществляли вторым уровнем алгоритма на основе метода «скользящего контроля».

Программная реализация алгоритма осуществлялась на языке Object Pascal в среде Delphi. Вычислительные эксперименты показали устойчивую работу алгоритма и возможность получения высокой точности аппроксимации экспериментальных данных. На рис. 6.36 и 6.37 приведены примеры зависимостей выходной переменной модели от отдельных факторов.

Данная модель позволяет прогнозировать степень извлечения Zn при заданном значении температуры в реакционной зоне печи, длительности пребывания в ней гранул, доли кокса в шихте и диаметра гранул. Ее можно использовать для оптимизации процесса с целью максимизации выхода требуемого продукта и повышения его качества.

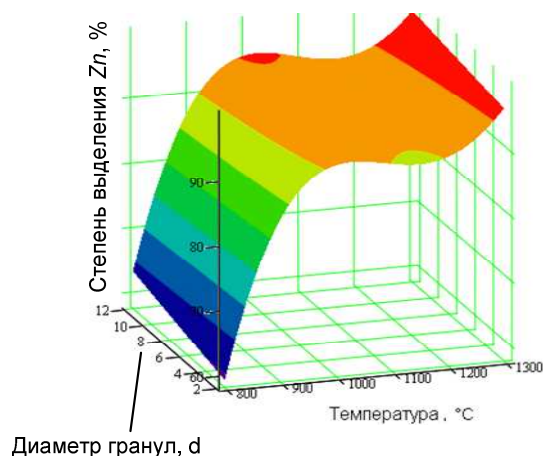


Рис. 6.36. Зависимость степени выделения цинка от диаметра гранул

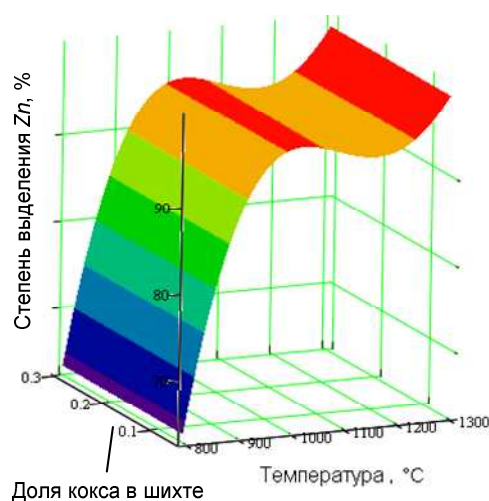


Рис. 6.37. Зависимость степени извлечения Zn от доли кокса в шихте

Опытно-промышленные испытания разработанной технологии

Испытания технологии проводили на Харьковском опытном цементном заводе (ХОЦЗ). Были определены оптимальные параметры технологии. Отходящие газы анализировали на содержание, S, N₂, C, паров H₂O, по стандартным методикам. Результаты приведены в табл. 6.13-6.14. Совместно с фирмой «Йохман-Нетч» (Словакия) авторами данной книги проведены исследования по обезвреживанию шламов газоочисток мартеновских печей на опытно-промышленной установке этой фирмы.

Таблица 6.13

Сравнительный анализ стандартного цинкового концентрата и полученного по разработанной технологии

Сырье завода	Компоненты, % масс.							
	Zn	Pb	Cu	Ca	S	Fe	Cl	SiO ₂
ММК им. Ильича	68-79	4-7	0,4-0,8	0,25-0,5	2,2-3,2	1,5-3,5	0,01-0,2	2-3
Концентрат КЦ-0 стандарт	61-62,5	1-2	0,4-0,8	0,3-0,65	2-3	1,2-3,4	0,02-0,2	2-2,5

Таблица 6.14

Результаты анализа газов, отходящих от вельц-печи

Точка отбора проб	Состав отходящих газов				Т, °С	Запыленность, г/м ³
	Влага, об. %	NO _x , мг/м ³	SO ₂ , мг/м ³	O ₂ , об. %		
На выходе из печи	0,001-0,002	55-80	40-110	9	1050	5-11

Полученный Zn-концентрат содержит на 10-17% Zn больше, чем лучший концентрат завода "Укрцинк" (табл. 6.13). Обесцинкованные гранулы пригодны для возврата в аглодомненное производство. Их химический состав, % масс.: Fe_{общ} – 57÷62; Zn ≤ 0,1. Фракционный состав 2-10 мм, насыпная плотность – 2,5÷2,7 г/см³. Степень металлизации – до 92%. Внешний вид гранул и Zn-концентрата приведен на рис. 6.38.

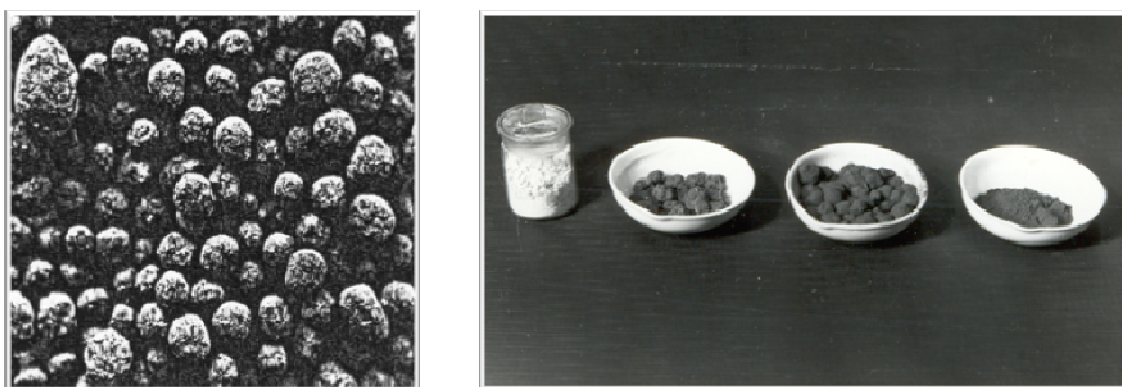


Рис. 6.38. Внешний вид цинкового концентрата, сырых и обожженных гранул и исходного сырья

Сушку шламов вели при 220-280°C в течение 20-40 мин и скорости движения ленты 0,3-0,6 м/мин. Результаты сушки представленных украинской стороной шламов приведены на рис. 6.39 и 6.40. При исследовании разработанной технологии уловленные твердые продукты анализировали на содержание Fe, Zn, Pb, Ca, Si, S, Cl. Наибольшее содержание Zn (79%) отмечено в продукте, уловленном в реакционной зоне возгонки вельц-печи (табл. 6.13). Химсостав обесцинкованных гранул приведен в табл. 6.15.

Зависимость прочности гранул на раздавливание от температуры и продолжительности сушки иллюстрируется данными рис. 6.41. Анализ полученных зависимостей, позволяет сделать вывод о том, что наибольшая прочность гранул достигается при использовании шихты, содержащей 15-20% восстановителя, и влажности гранул 1-2%.

Общие виды основного оборудования, пригодного для применения в разработанной технологии приведены на рис. 6.42-6.45.

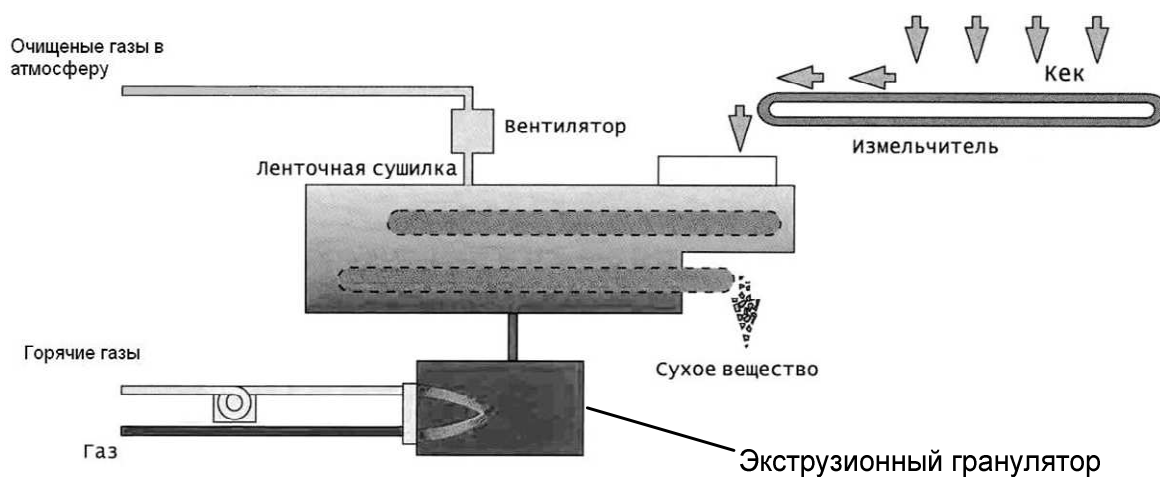


Рис. 6.39. Автоматическая опытно-промышленная ленточная сушилка словацкой фирмы «Йохман – Нетч»

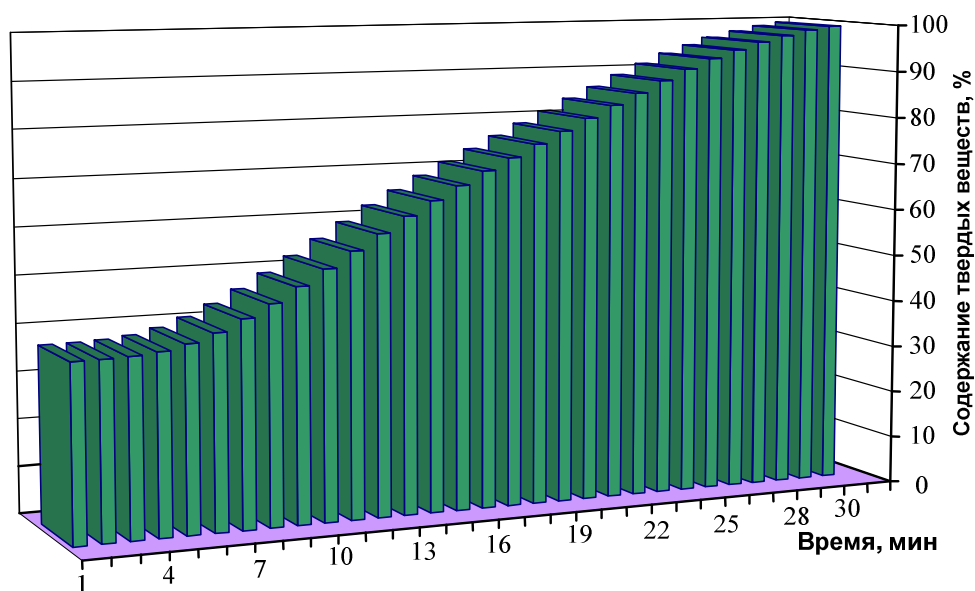


Рис. 6.40. Сушка шламов ММК им. Ильича на опытно-промышленной установке фирмы «Йохман – Нетч»

Таблица 6.15

Основной химический состав обесцинкованных гранул

Содержание элемента, % масс.	
Zn	Fe
$8 \cdot 10^{-3}$	61,6
$9 \cdot 10^{-3}$	не опр.
$2 \cdot 10^{-2}$	61,0
$5 \cdot 10^{-2}$	60,5
$4 \cdot 10^{-2}$	60,67

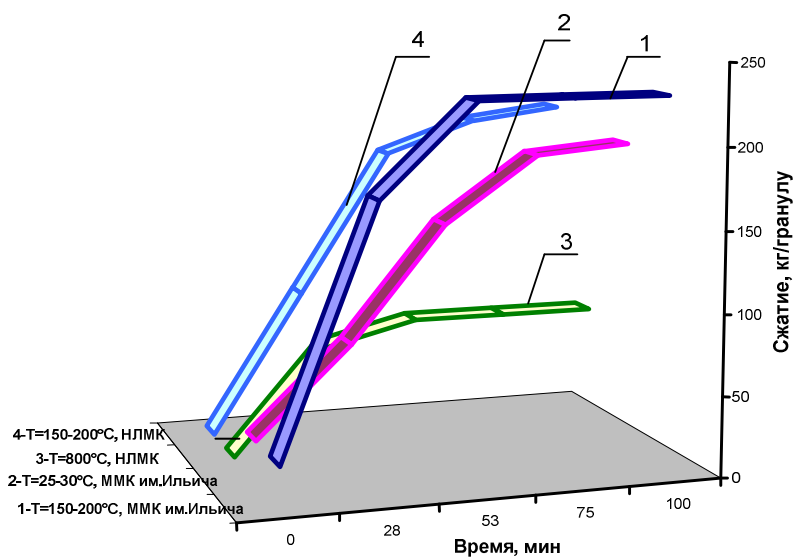


Рис. 6.41. Зависимость прочности гранул на раздавливание от температуры и продолжительности сушки

1 – T=25°C; 2 – T=150°C; 3 – T=200°C; 4 – T=300°C



Рис.6.42. Участок обжига и охлаждения гранул



Рис. 6.43. Привод обжиговой печи



а)



б)

Рис. 6.44. Общие виды барабанной обжиговой печи



Рис. 6.45. Горелка и футеровка обжиговой печи

Отходы производства нерудных материалов

«Часовоярский огнеупорный комбинат» является родоначальником производства огнеупоров на Украине. Предпосылкой создания предприятия явились залежи уникальных глин и удобное географическое положение потребителей. Глины огнеупорные Часовоярского месторождения отличаются высокими показателями огнеупорности, тонкодисперсности, пластичности и связывающей способности, низкой температурой спекания. Пески формовочные являются формовочным материалом для технологии изготовления литейных форм.

Эффективность их применения обусловлена специфичностью, стабильностью состава минералов, слагающих песка.

«Часовоярский огнеупорный комбинат» – крупное, современное предприятие с полным циклом производства продукции, высоким уровнем технологии; специализируется на производстве алюмосиликатных, карбидкремниевых огнеупорных изделий, энергосберегающих изделий (ультра-легковес, легковес), неформованных огнеупорных материалов, добыче огнеупорных глин и формовочных песков.

Выпускаемая продукция предназначена для предприятий черной и цветной металлургии, коксохимии, машиностроения, огнеупорной, стекольной, фарфоровой, фаянсовой, химической, электротехнической, энергетической, цементной, горно-обогатительной, строительной, пищевой и ряда других отраслей промышленности. Огнеупорные изделия производятся стандартных размеров и по чертежам заказчиков.

В числе наиболее ответственных алюмосиликатных огнеупоров – изделия для кладки доменных печей. Высокое качество шамотных огнеупорных изделий производимых на «Часовоярский огнеупорный комбинат» постоянно привлекает внимание различных производств металлургического комплекса. В этой связи отмечаются возрастающие обращения коксохимических производств российских и украинских предприятий на изготовление огнеупорных изделий различных типоразмеров для агрегатов по производству кокса.

На многих промышленных предприятиях Украины образуются ПО, которые по своему химическому составу могут быть использованы в качестве исходного сырья при производстве строительных материалов специального назначения с комплексом заданных свойств. Утилизация их позволит не только улучшить экологическую обстановку в Украине, но и сэкономить природные ресурсы.

В качестве сырьевых материалов для синтеза нового класса радиационно-стойких цементов используют витерит или барит, залежи которых в Украине отсутствуют. В отвалах Концерна «Стирол» (г. Горловка, Донецкой области) накапливаются тысячи т ПО, образовавшихся в результате очистки промышленных стоков. Химический состав ПО водоочистки, % масс.: CaCO_3 – 75-85; MgCO_3 – 5-14; SiO_2 – 5-9; CaSO_4 – 1,5-3,0; Fe_2O_3 – 2,5-5,0. Проведенные исследования позволяют сделать заключение о целесообразности использования кальцийсодержащих ПО водоочистки в качестве сырьевого компонента в производстве жаростойких цементов.

В г. Славянске Донецкой области при производстве мелющих тел из природного кремня образуются ПО, содержащие до 92% масс. SiO_2 . Они могут быть использованы в качестве кремнийсодержащего материала в цементной сырьевой смеси. На Украине при обогащении хромовых руд по технологии, разработанной НИИ «Механобрчермет», применяемой на Побужском ферроникелевом комбинате, образуются ПО, химический состав которых представлен Fe_2O_3 , MgFeAlO_4 и FeCr_2O_4 . Шлам, образующийся при получении монокромата натрия, может быть использован для получения специальных цементов и тарного стекла.

Следует отметить, что все вышеперечисленные ПО представляют собой тонкоизмельченные порошки с удельной поверхностью 1200-1700 $\text{см}^2/\text{г}$, что позволит сократить время и энергозатраты на подготовку сырьевой смеси.

Исследованиями цементов, керамики, силикатного кирпича и стекол, полученных с использованием в качестве сырья ПО различных отраслей, установлено, что разработанные материалы обладают комплексом заданных свойств. Цементы, полученные на основе этих ПО, являются как гидравлическими, так и воздушными высокопрочными вяжущими материалами с низким водоцементным отношением, ускоренными сроками схватывания. Полученные материалы обладают жаростойкостью, коррозионной стойкостью, устойчивостью к воздействию ионизирующего излучения.

Исследованиями установлено, что разработанные технологии получения строительных материалов специального назначения на основе ПО химической промышленности являются ресурсо-энергосберегающими. Внедрение разработанных технологий позволит значительно улучшить экологическую обстановку в промышленных

регионах Украины, сэкономить дорогостоящие и дефицитные сырьевые материалы, существенно снизить себестоимость готовой продукции.

Разработанная огнеупорная масса состоит из глинозема, диоксидов циркония и титана, твердых парафинов и связующих – эмульсий фенолформальдегидной смолы и др. Недостатки этих способов – использование дорогостоящих оксидов редкоземельных элементов, токсичных веществ и твердых парафинов, многоступенчатый отжиг изделия. В результате процесс получения конечного продукта становится трудоемким и неэкономичным.

Цель разработки – создание простой и дешевой технологии получения огнеупорной массы из ПО – шлака, и повышение ее механической прочности при использовании способа экструзионного формования. Масса для изготовления огнеупорного материала представляет собой минеральный порошок, содержащий наполнитель (шлак) состава, % масс.: Al_2O_3 – 82,5-84,5; CaO – 11,5-15,4; SiO_2 – 1,1-1,5; Fe_2O_3 – 0,5-0,6, а также местную глину в качестве связующего. Для получения огнеупорных изделий из массы были изготовлены образцы различных составов. Приготовленную массу заливали в пресс-форму и под определенным давлением формовали изделия, удовлетворяющие требования ГОСТ 21436-75.

После сушки образцы подвергали отжигу в интервале температур $1400 \pm 20^\circ C$, а затем производили их испытания на прочность на стандартных установках. Для оценки огнеупорности образцы были подвергнуты дополнительному отжигу при $2000^\circ C$ в течение 3-4 ч. Термообработка приводила к 3-4-кратному повышению механически прочности по сравнению с исходными непрогретыми образцами. Для оценки термостойкости образцы подвергали трехкратной термической обработке при $800^\circ C$ с резким охлаждением в проточной воде согласно требованиям ГОСТ-7875-56.

Цементная промышленность может решить некоторые экологические проблемы путем эффективной утилизации ряда отходов производства и потребления: шлаков металлургического производства, золошлаковых отвалов ТЭС, кирпичного и стекольного боя, бытового мусора, изношенных автомобильных шин, энергоресурсных отходов переработки нефти, газа, угля, сельскохозяйственного производства и др.

Высокая эффективность утилизации обеспечивается за счет:

1. Относительно высокой температуры материала в печи ($1450^\circ C$), газового факела и газового потока.
2. Щелочной среды материала в печи при наличии кислой атмосферы.
3. Движения газов и материала в противотоке.
4. Нейтрализации токсичных веществ, благодаря образованию жидкой фазы клинкера.

5. Высокоэффективной очистки пылегазовых выбросов в электрофильтрах.

За рубежом отходы, сжигаемые цементной промышленностью, составляют около 20% от общего количества потребляемого ею топлива. Согласно прогнозам объем направляемых на сжигание отходов будет увеличиваться.

На Украине проблема утилизации мусора далека от решения, поскольку немногочисленные мусороперерабатывающие заводы лишь частично решают проблему сортировки мусора. На наш взгляд, утилизация мусора путем его сжигания на мусороперерабатывающих заводах в принципе неэффективна, так как при низкой температуре (около 1000°С) выделяющиеся в значительных количествах вредные вещества практически не разлагаются.

Перспективным направлением является и добавка отходов при помоле цемента, в частности, производство композиционных («многокомпонентных», «смешанных») цементов. В Индии, например, из производимых 100 млн. т цемента в год с минеральными добавками выпускается 45% цемента, причем 33% из них – с вводом золы-уноса ТЭС. В Японии доля шлакопортландцемента составляет почти 20%.

На Украине выпуск шлакосодержащих в 2003 г. составил 23% их общего количества. Производство таких цементов способствует снижению выбросов CO₂, что отвечает требованиям Киотского протокола, подписанного Украиной.

Представленные материалы позволяют сделать следующие выводы:

1. Мировая экономика ориентируется на постоянный рост масштабов эксплуатации первичных природных ресурсов, что сопровождается все более высокими темпами накопления промышленных отходов.
2. В настоящее время общее количество ПО на территории Украины достигло 28 млрд. т.
3. Стратегическое направление по оздоровлению экологической обстановки на территории Украины является разработка технологий, снижающих или исключаящих образование отходов, а также технологий утилизации накопленных отходов.
4. Особое значение приобрела проблема экономии энергоресурсов путем утилизации ПО коксохимического производства.

6.2. Крупнотоннажные отходы цветной металлургии

Мировое промышленное производство в настоящее время сталкивается с необходимостью использовать все более бедные руды основных используемых цивилизацией металлов (рис. 6.46.а). Отмечается постоянное снижение содержания меди в рудах в мировой цветной

металлургии с 8 до 3%, что приводит к постоянному росту отвалов пустой породы в расчете на 1 т добываемого металла.

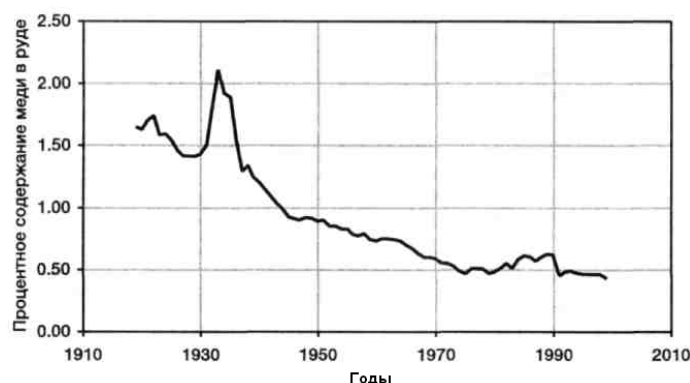


Рис.6.46.а. Добыча беднеющих медных руд в США



Рис.6.46.б. Рост удельных объемов пустой породы при падении содержания меди в добываемой руде

На территории стран СНГ размещены огромные техногенные запасы ценного металлосодержащего сырья, включающие крупнотоннажные отходы цветной металлургии и ферросплавной подотрасли черной металлургии. В *табл. 6.16* представлены основные пользователи системы управления опасными отходами на региональном уровне в РФ. В Свердловской области зарегистрировано более 2800 предприятий – производителей ПО, при этом 1100 – производят отходы 1-3 КО. Общий объем накопленных ПО составляет 38 млрд. т, главным образом (98,6%) это отходы горнообогатительного и металлургического производств, при этом, 9,7 млн. т – отходы 1-3 КО. Всего регистрируется 406 типов ПО, из них 162 относятся к 1-3 классам опасности.

Крупнейшими производителями отходов являются Качканарский горно-обогатительный комбинат (50 млн. т/год), завод "Ураласбест" (40 млн. т/год), Гороблагодатское рудоуправление (3 млн. т/год). ОпО образуются на заводе "Хромпик" (до 40 тыс. т/год), Синарском трубном заводе (7,5 тыс. т/год), Среднеуральском медеплавильном заводе (1,5 тыс. т/год) и др. В *табл. 6.17* и *6.18* приведены данные по крупнейшим производителям ПО 3 и 4 КО.

Таблица 6.16

Управление	Администрация области и районов, таможенная и транспортная инспекция, комитеты охраны природы, ЦСЭН, Геолком, Госгортехнадзор, НИИ и проектные институты, организации занимающиеся переработкой ПО
Обращение	Предприятия и организации- производители отходов, предприятия и организации занимающиеся транспортировкой, переработкой, обезвреживанием и захоронением отходов и др.
Влияние на	Население, отдельные группы людей и организации.

Таблица 6.17

Крупнейшие производители отходов 3 КО

Предприятие	Название отходов	Образовано, тыс. т
Алапаевск, металлургический завод	Шлам гальванический	2,46
	Шламы с Mn и его соединениями	2,53
Кировградский завод твердых сплавов	Прочие группы отходов	0,535
Синарский трубный завод	Прочие группы отходов	7,40
Каменск-Уральский, завод по обработке цветных металлов	Шламы с Ni и его соединениями	0,13
Завод «Хромпик»	Шламы, содержащие Cr (V1)	34,89
	Прочие отходы, содержащие Cr(V1)	0,32
	Осадок после реагентной обработки	2,01
Среднеуральский медеплавильный завод	Отходы с As и его соединениями	1,49
Ключевской завод ферросплавов	Шламы, содержащие Cr (V1)	3,26
Всего		55,05
460 предприятий производят менее 12 т/год каждое, общим объемом		0,930
Всего предприятий производителей отходов – 502, общий объем		103,79

Верх-Нейвинский завод цветных металлов производит 3% ПО 2 КО (пыли, содержащие свинец). Ключевской завод ферросплавов – 98% ПО 1 КО. Другие крупные предприятия-производители ПО используют значительную их часть в технологии и/или передают эти отходы для переработки или хранения на другие предприятия.

При этом из 1000 предприятий-генераторов отходов 2 КО (общий объем – 38,7 тыс. т), 947 предприятий производят менее 12 т/год ПО – общим объемом – 1,80 тыс. т/год. Из 46 предприятий-генераторов отходов 1 КО (общий объем – 5,18 тыс. т), 42 предприятия производят менее 12 т/год ПО общим объемом 38,2 т/год.

Таблица 6.18

Крупнейшие производители отходов 4 КО

Предприятие	Название отходов	Образовано, млн. т
Серовский завод ферросплавов	Шлак ферросплавный	0,22
Волковский рудник	Вскрышные и вмещающие породы	0,34
Нижнетагильский меткомбинат	Шлак доменный	1,89
	Шлак сталеплавильный	0,40
Кировградский медеплавильный комбинат	Шламы с Cu и ее соединениями	0,12
Промплощадка "УРАЛМАШ" п. Садовый	Отработанные формовочные смеси	0,04
Билимбаевский рудник	Вскрышные и вмещающие породы	0,008
Полевской криолитовый завод	Фторгипс	0,06
Режский никелевый завод	Шлаки с Ni и его соединения	0,10
Всего		3,18

В области зарегистрировано 647 МУО, включая 252 свалки ТБО, на которые вывозят также и ПО 3 и 4 КО (число реально существующих свалок ТБО по крайней мере на порядок больше). Полигоны для хранения высокотоксичных ПО 1 и 2 КО в Свердловской области отсутствуют, а основные объемы ПО размещают в хранилищах, не соответствующих нормативным требованиям [1-4]. Можно сформулировать наиболее актуальные проблемы обращения с отходами в Свердловской области:

- проблема накопления отходов и связанная с ней проблема образования новых ПО, которые просто негде хранить. При этом объем образующихся отходов существенно превышает объем их переработки и уничтожения. Как правило, на одном предприятии образуется и хранится широкая гамма различных ПО, часто перемешанных, что затрудняет, или вообще исключает возможность их утилизации (необходима кооперация предприятий-производителей отходов),
- существующая система обращения с ПО не дает четкой картины о их количественных и качественных характеристиках и размещении на территории области,
- нормативы строительства и эксплуатации предприятий по хранению и переработке ПО не выполняются, т.к. не работает существующий механизм экономического и силового принуждения и контроля.

На территории Свердловской области расположены 3 медеплавильных завода – Среднеуральский, Красноуральский, Кировградский и связанные с ними обогатительный фабрики. Объемы производства меди на Урале составляли с 1720 по 1920 – всего 400 тыс. т. В период индустриализации производство меди существенно увеличилось

и в 70-х гг. XX в. оно достигало 380 тыс. т/год. Всего в Свердловской области выплавлено 11-13 млн. т меди. В настоящее время производство сократилось до 150 – 200 тыс. т/год. Импортированное сырье обеспечило – 40-50% общего количества.

На основе анализа проектных материалов разработки Сафьяновского медноколчеданного месторождения оценено распределение сопутствующих соединений Cd, As, Pb, Sb, Se, Tl, Te, Hg в отходах производства меди по технологической цепочке – добыча, обогащение, плавка. Производство цветных металлов из-за низкого содержания полезных компонентов в рудах, сопровождается генерацией большого количества ПО. В [1-4] приводятся данные об образовании отходов при производстве меди в США (добыча открытым способом, при среднем содержании меди в руде – 0,8%).

На 1 т выплавленной меди:

- добывается 150 т руды и образуется 350 т вскрышных пород;
- при обогащении руды получается 3 т медного концентрата и 145 т хвостов;
- при плавке получается 1 т черновой меди, 1,8 т шлаков и 2,7 т серной кислоты.

Для размещения пустых пород при открытой добыче руды отторгается до 0,01 га земель на 1 т полученной меди. Производство меди сопровождается попутным извлечением и рассеянием значительного количества сопутствующих веществ, в т.ч. токсичных и канцерогенных (табл. 6.19).

Таблица 6.19

Содержание химических элементов в медно-колчеданных рудах Урала, г/т (усредненные данные)

Элемент	Cu	Zn	Pb	As	Sb	Hg	Cd	Se
Среднее содержание в руде	19000	19700	2900	710	91	1-10	120	52
Условный уральский кларк	50	60	10	20	10	0,03	0,2	0,05
Кларк концентрации	380	328	290	35,5	9,1	30-300	600	1040

Добыча руды. Сафьяновское медно-колчеданное месторождение открыто в 1985 г. Оно находится в 9 км к востоку от г. Реж, в 95 км к северо-востоку от г. Екатеринбурга. Предусмотрен открытый способ разработки с глубиной карьера 265 м. Наряду с карьером в объем предприятия включена дробильно-сортировочная фабрика для производства товарного строительного щебня из пород вскрыши и подготовки добытой руды к обогащению. Пустые породы, забалансовые руды и скальная вскрыша, непригодная для производства щебня, размещаются в виде отвалов общей площадью 200 га. Срок эксплуатации карьера – 20 лет.

Обогащение и плавка руды. Для оценки воздействия на ОПС по проекту разработки Сафьяновского месторождения рассчитаны балансы ряда элементов при обогащении и плавке руды [1-4]. В процессе образуются Cu-, Zn- и пиритный концентраты и хвосты обогащения (табл. 6.20).

Таблица 6.20

Ориентировочное распределение элементов в продуктах и ПО при обогащении Сафьяновских руд

Вид продукта, млн.т	Распределение химических элементов, тыс. т									
	Cu	Zn	As	Cd	Pb	Sb	Hg	Se	Te	Tl
Медная руда, 1,44	113	3,1	2,3	0,03	1,0	0,3	0,01	0,04	0,03	0,016
Cu-концентрат, 1,62	355	23,7	6,5	0,21	5,46	1,86	0,05	0,11	0,02	0,005
Zn-концентрат, 0,17	5,8	86,4	0,5	0,62	н/д	0,22	0,03	0,003	0,001	0,003
Пиритный концентрат, 9,2	29,6	32,8	17,1	0,12	н/д	1,77	0,17	0,34	0,07	0,007
Хвосты обогащения, 7,0	12	3,6	2,5	0,19	0,2	0,65	0,03	0,21	0,05	0,001

Анализ результатов показывает, что:

- медный концентрат, помимо меди, обогащается As, Cd, Sb, Hg, Te, Se и Tl;
- цинковый концентрат, помимо Zn, обогащается As, Cd, Sb, Hg;
- пиритный концентрат обогащается As.

Относительные соотношения распределении токсичных элементов в ПО приведены в табл. 6.21 и 6.22.

Таблица 6.21

Распределение элементов в ПО и продуктах выплавки меди (КУМК),
% поступивших в производство

Вид продукта	Pb	Zn	As	Hg	Cd
Медь черновая	2,25	0,0	4,4	0,0	0,0
Отвальный шлак	48,9	83	26,6	5,8	7,0
Шлам	30	0,3	1,3	5,7	4,1
Стоки в шламохранилище	0,2	10,4	21	0,1	54
Выброс в атмосферу	14,5	5,6	46	7,4	32
Пыль товарная	4,0	0,7	0,5	0	2,7
Ртутная продукция	0,0	0,0	0,0	79	0,0

В табл. 6.23 приводятся данные по распределению As, Zn, Pb, Cd, Hg в ПО металлургического передела для КУМК и СУМЗ. Для выплавки 1 т черновой меди на СУМЗ перерабатывают 5,24 т Cu-концентратов. При этом производят 5,91 т H₂SO₄, 2,5 кг As депонируют в виде мышьяковистого кека, 3% Cd, поступившего с Cu-концентратом и 4% Pb утилизируют в виде пылей, 70% Hg утилизируют как Hg-содержащий шлак.

Таблица 6.22

Распределение элементов в ПО и продуктах выплавки меди (СУМЗ), %
поступивших в производство

Вид продукта	Pb	Zn	As	Cd	Hg	Tl	Se	Te
Медь черновая	2,2	н/д	3,1	н/д	н/д	11	80	57
Отвальный шлак	26,4	87	51	12,4	13	60	9	30
Пыль товарная	30	4,4	23	28	0,12	1,2	н/д	3
Шлам	4,7	0,1	0,3	0,2	17	н/д	н/д	н/д
Стоки	н/д	н/д	14	1,5	н/д	н/д	н/д	н/д
Шлам цеха очистки от As	2,3	0,5	0,3	0,6	48	н/д	н/д	н/д
Выброс в атмосферу	34	7,4	5,5	57	12,5	27	н/д	6

н/д – нет данных

Таблица 6.23

Ориентировочное распределение элементов в ПО плавильного
производства на 1 т черновой меди

Вид продукта	Кол-во, т	Распределение химических элементов, кг					
		Cu	Zn	As	Cd	Pb	Hg*
Металлургические шлаки (СУМЗ)	4,55	н/д	154	9,05	0,145	9,74	5
Выброс в атмосферу (СУМЗ)	0,9**	н/д	13,1	0,98	0,67	12,5	5
Металлургические шлаки (КУМК)	7,52	200	88	8	0,06	4,6	6
Выброс в атмосферу (КУМК)	1,6**	н/д	19	12	0,4	13	8

н/д – нет данных, * – данные по ртути приведены в г, ** – в пересчете на SO₂

На 1 т черновой меди КУМК расходует 7,23 т Cu-концентратов. Выход H₂SO₄ составляет – 4,25 т, утилизируется в виде товарных пылей 30% Pb, 28% Cd и 25% As, поступивших с Cu-концентратом, 48% Hg накапливается в шламах сернокислотного производства. Часть указанных элементов поступает с промывочными стоками в хвостохранилище обогатительной фабрики. В табл. 6.24 приведены данные по образованию ПО и распределению химических элементов на 1 т черновой меди при добыче Сафьяновских руд открытым способом, обогащении и выплавке черновой меди на КУМК.

При существующих традиционных способах обогащения руды, плавки концентратов и добычи открытым способом реально утилизируется, %: 64 – Cu, 42 – Zn, 53 – As, 41 – Cd, 58 – Hg, 30 – Se, 35 – Pb, 50 – Sb, 50 – Te. Часть Cu и Zn может быть извлечена из хвостов обогащения и металлургических шлаков. Остальные химические элементы практически не утилизируются и их накопление и рассеяние в ОПС представляют серьезную экологическую проблему.

Особенно существенно, что 30-50% поступающих на медеплавильный завод с рудами и концентратами легковозгоняющихся и наиболее экологически опасных элементов (Pb, As, Cd, Ta) рассеиваются в атмосфере и представляют непосредственную угрозу здоровью населения.

В настоящее время Кировградский медеплавильный комбинат переориентирован на переработку вторичного Cu-содержащего сырья. В табл. 6.25 приведены данные по отходам переработки меди в Свердловской области.

Таблица 6.24

Распределение элементов в продуктах и ПО
при производстве 1 т черновой меди

Вид продукта	К-во, т	Распределение химических элементов, кг								
		Cu	Zn	As	Cd	Pb	Hg	Sb	Se	Te
Извлекается из недр	418	1580	540	97	5,4	40	н/д	24,1	н/д	н/д
Вскрышные породы	265	35	103	17	2	17	н/д	9,4	н/д	н/д
Добывается руды	59,9	1545	437	80	3,5	23	0,88	14,7	2,1	0,52
Хвосты обогащения	20	34	10	2,5	0,5	н/д	0,09	2,0	0,6	0,16
Пиритный концентрат	26	84	93	49	0,4	н/д	0,4	5,4	1,0	0,21
Цинковый концентрат	0,48	16	225	2	1,8	н/д	0,08	0,7	0,01	0,005
Металлургические шлаки	7,5	200	88	8	0,06	4,6	0,006	н/д	0,01	0,1
Выброс в атмосферу	1,6*	н/д	19	12	0,4	3	0,01	н/д	н/д	0,002
Товарные пыли, шламы	н/д	н/д	н/д	0,2	0,005	0,5	0,03	н/д	н/д	0,01
% использования	-	<64	<42	<53	<41	<35	<58	<50	<30	<50

н/д – нет данных, * – в пересчете на SO₂.

Таблица 6.25

Объем накопленных ПО при производстве меди
в Свердловской обл., млн. т.

Предприятие	СУМЗ	КУМК	Кировградский МЗ	Всего
Хвосты обогащения	29	23	34	86
Металлургические шлаки	21	16	23,5	60,5
Фосфогипс	11	11,5	н/д	н/д

н/д – нет данных

При переработке медных руд, значительная часть серы (в виде SO₂), – As, Cd, и Hg, выбрасывается в атмосферу при плавке. Добыча медных руд сопровождается отторжением значительных территорий под отвалы и хвостохранилища обогатительных фабрик, приводит к сбросу в поверхностные водотоки больших объемов дренажных вод, загрязненных ионами ТМ. На территории области накоплено более 80 млн. т хвостов обогащения медных руд и более 60 млн. т шлаков медеплавильного производства, в которых депонировано более 1,7 млн. т меди, 750 тыс. т цинка, 70 тыс. т мышьяка, 2,5 тыс. т кадмия, 400 т ртути, значительные объемы селена, сурьмы, теллура и таллия.

В табл. 6.26 приведен перечень приоритетных загрязняющих веществ и соответствующая периодичность контроля, регламентируемая для экологического мониторинга. Схема проведения мониторинга должна

изменяться при проведении наблюдений в зависимости от выявления значимых параметров для каждого этапа развития горного предприятия.

Таблица 6.26

Приоритетные загрязняющие вещества в ОПС при производстве меди.

Среда (объекты)	Наблюдаемые элементы		Частота наблюдений
	Обязательные	Дополнительные	
Атмосферный воздух	Пыль, SO ₂ , NO _x , Pb, Hg, Cd, As.	Другие ТМ: V, Ni, Zn, Ag, Sn, Sb	Каждые сутки
Осадки	pH, анионы и катионы, Pb, Hg, Cd, As.	Другие ТМ: V, Ni, Zn, Ag, Sn, Sb	Каждую неделю
Поверхностные воды	pH, Pb, Hg, Cd, As.	Другие ТМ: V, Ni, Zn, Ag, Sn, Sb	8 раз в год
Почвы, донные отложения	pH, Pb, Hg, Cd, As.	Другие ТМ: V, Ni, Zn, Ag, Sn, Sb	1-2 раза в год
Биота	Pb, Hg, Cd, As.	Другие ТМ: V, Ni, Zn, Ag, Sn, Sb	2 раза в год,

Принципы и стратегию системы управления воздействием на ОПС можно сформулировать следующим образом:

Первый этап разработки месторождения.

1. Подготовить стационарную сеть наблюдений. Определить режимы и состав аналитических работ.
2. Детально изучить и оценить состояние компонентов природной среды, на которые ожидается существенное воздействие предприятия:
 - поверхностные и подземные воды;
 - почвы в зоне возможного влияния рудника и в буферной зоне;
 - растительность в зоне возможного влияния рудника и в буферной зоне;
 - фоновое загрязнение снегового покрова;
 - фоновое загрязнение донных отложений поверхностных водотоков района.
3. Создать и укомплектовать необходимыми приборами и методиками природоохранную службу предприятия.
4. Определить КО и лимиты размещения отходов для установления платежей за природопользование в экологический фонд Свердловской области.

Система мониторинга должна быть комплексной и охватывать все сферы: атмосферу, поверхностные и подземные воды, почвы и растительность. Состав работ по мониторингу должен отражать состояние геосистемы района и изменяться в зависимости от степени развития техногенных процессов. Вместе с тем, условно, следует разделить программу мониторинга на две части.

Первая часть, регламентируемая соответствующими нормативными актами – система оперативного экологического контроля деятельности предприятия. Эта система ориентируется на оперативный контроль выбросов, сбросов, состояния площадок для размещения отходов и загрязнения гигиенически значимых элементов ОПС (поверхностные и подземные воды; атмосфера; почвы; культурные и дикорастущие растения и др.).

В основе системы экологического контроля лежит санитарно-гигиенический принцип, основанный на использовании пороговых значений концентраций токсикантов в компонентах ОПС и регламентирующий возможное поступление токсикантов в организм человека. При этом для оценки качества поверхностных вод используют значения ПДК для рыбохозяйственных водоемов, т.к. р. Реж считается рыбохозяйственным водоемом I категории.

При проведении мониторинга состояния почв и сельскохозяйственной продукции соблюдается этапность:

- инвентаризация сельскохозяйственных земель в пределах СЗЗ (500 м) предприятия и буферной зоны (5 км) для определения точек отбора проб (порядка 15 – 20 точек);
- ежегодный отбор проб, анализы проб почв и с/х продукции на содержание ТМ 1 и 2 КО (Cd, Hg, As, Tl, Pb, Cu, Ni), а также Al и F.

Программа оперативного контроля обеспечивает сбор комплексной и полной информации о нормативных или сверхнормативных уровнях выбросов и сбросов предприятия «Сафмедь», позволяет контролировать соблюдение гигиенических нормативов качества ОПС в районе освоения Сафьяновского месторождения.

Результаты, полученные при проведении оперативного мониторинга, позволяют оценить реальное воздействие рудника на ОПС, уточнить объемы выбросов и сбросов загрязняющих веществ, величину санитарно-защитной зоны предприятия. Мониторинговая информация позволяет контролирующим и исполнительным органам применять меры природоохранного регулирования, определять размер платежей за загрязнение ОПС.

Снего-геохимические исследования предполагается проводить ежегодно в течение первых 3 лет эксплуатации предприятия. Исследование донных отложений проводятся с целью оконтуривания зоны распространения загрязняющих веществ, изучения закономерностей процессов самоочищения, расчета элементов баланса, для определения источников вторичного загрязнения и учета воздействия антропогенного фактора.

Большой интерес представляют ПО предприятий медно-никелевой подотрасли. Это вскрышные породы, хвосты обогащения сульфидных медно-никелевых руд, шлаки, забалансовые руды, поступающие в отвалы.

В табл. 6.27 приведен химический состав ПО горнометаллургического комбината (ГМК) «Печенганикель» (РФ).

Таблица 6.27

Химический состав хвостов обогащения, вскрышных пород и шлаков ГМК «Печенганикель»

Вид отвала	Компоненты, % масс.										
	Ni	Cu	Co	CaO	MgO	FeO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	S
Хвосты обогащения	0,2	0,01	3,0	25,0	15,4	8,1	15,5	37,2	11,1	1,5	0,1
Вскрышные породы	0,12	0,01	0,006	2,0	2,0	3,3	11,9	12,1	3,6	45,8	0,1
Отвальные шлаки рудной плавки	0,1	0,1	0,04	3,0	11,0	35,5	-	39,2	4,5	-	0,7
Шлаки объединительной плавки	0,1	0,2	0,06	4,5	4,0	49,0	-	33,0	3,5	-	1,7

В состав всех ПО комбината входят токсиканты: Ni, Cu, Co, Zn и As в виде сульфидов и др. соединений. Геохимическое разрушение их под действием водных растворов и окислителей (O₂ и H₂SO₄ из атмосферы) приводят к серьезному загрязнению гидросферы и почв. Химический состав шахтных вод ГМК «Печенганикель» после фильтрации сквозь слой отвальных шлаков комбината приведен в табл. 6.28. Хвосты переработки медно-колчеданных руд предприятия содержат ряд ценных ТМ. Химический состав ПО приведен в табл. 6.29. Объем их накопления – около 15 млн. т.

Таблица 6.28

Химический состав шахтных вод ГМК «Печенганикель»

Толщина слоя шлака, м	Компоненты, мг/дм ³ .						
	SO ₄ ²⁻	Ni	Cu	Co	Fe	Mg	pH
0	251	7,9	0,05	0,1	34	88	3,4
25	263	8,1	0,06	0,1	35	91	6,3
50	266	8,4	н/о	0,12	37	91	7,8
100	269	н/о	н/о	н/о	35	91	8,1

Примечание: н/о – не определялось.

Таблица 6.29

Химический состав отвальных хвостов ГМК «Печенганикель»

Вещество	Кол-во, % масс.	Вещество	Кол-во, % масс.
Na ₂ O	0,26	CaO	0,72
MgO	0,15	MnO	0,016
Al ₂ O ₃	2,65	Fe ₂ O ₃	73,25
SiO ₂	4,05	Co	0,04
P ₂ O ₅	0,007	TiO ₂	0,05
SO ₃	7,42	Cu	0,13
K ₂ O	0,48	Zn	0,17

На примере получения глинозема – сырья для производства алюминия, высококачественных огнеупоров, многих видов керамики, можно оценить большие возможности Донецкой области Украины. Рыночная цена 1т технического глинозема составляет около \$380. Обычно его получают из бокситов, залежи которых расположены в тропическом поясе (Гвинея, Ямайка, Австралия и др.).

В бокситах содержание глинозема составляет более 26%, а в отходах угольной промышленности и углеобогащения, в золах и шлаках ТЭЦ, шамотно-каолиновой пыли, а также в глинах и каолинах, нефелиновых сиенитах его содержание доходит до 30% и более. Эти отходы, нефелиновый концентрат, глина и каолины являются нетрадиционным сырьем для получения товарного глинозема.

Экологические проблемы цветной металлургии Украины представляются весьма актуальными. Наиболее ценными и дефицитными легирующими элементами являются ванадий и никель, применяемые для производства высококачественных особо прочных сталей и сплавов, в атомной, космической, химической, нефтеперерабатывающей, оборонной промышленности, производстве лаков, красок, фарфора и др.

Изготовление рельсов, бандажей железнодорожных колес, холоднокатаного автомобильного листа и рессор, газовых труб невозможно без использования ванадия и никеля.

В табл. 6.30 приведен перечень продукции, выпускаемой Запорожским титано-магниевым комбинатом (ЗТМК). Ванадийсодержащие отходы ЗТМК представляют собой смесь сложного химического состава. Особого внимания требуют изучение их фазового состава и определение КО. По данным ЗТМК ванадийсодержащие отходы содержат до 9% ванадия (в пересчете на V_2O_5).

Таблица 6.30

Перечень продукции, выпускаемой ЗТМК

№ п\п	Производимая продукция
1	Германий моно- и поликристаллический
2	Диоксид германия
3	Изделия из германия
4	Изделия электронные
5	Отливки титановые фасонные
6	Тетрахлорид титана
7	Титан
8	Титан губчатый
9	Ферротитан
10	Шлак титановый

В состав ПО комбината входят токсиканты: Ni, Cu, Co, Zn и As в виде сульфидов и др. соединений. Геохимическое разрушение их под

действием водных растворов и окислителей (O_2 и H_2SO_4 из атмосферы) приводят к серьезному загрязнению гидросферы и почв. Перечень основных источников никель-ванадиевых[ПО на предприятиях Украины приведен в *табл. 6.31*.

Таблица 6.31

Источники вторичного никель-ванадиевого сырья на заводах Украины

Поставщики сырья	Компоненты, % масс.	
	V_2O_5	NiO
Запорожский титано-магниевый комбинат	5-10	-
Лежалые запасы ванадиевых катализаторов	10-50	5-10
Глиноземные заводы Украины	2-5	-
ТЭС Украины, работающие на высокосернистом мазуте	10-22	2-5

С целью определения возможности извлечения ванадия, являющегося одним из важнейших легирующих элементов, и представляющего один из компонентов стратегического импорта Украины, из нетрадиционных видов сырья – ванадийсодержащих отходов ЗТМК, авторами данной книги проведены исследования по их гидрохимическому вскрытию с использованием щелочной или щелочноземельной добавки для перевода ванадия в растворимую форму.

Разработана малоотходная технология извлечения ванадия и никеля из ПО ряда предприятий Украины [5-9] с получением 4-х товарных продуктов: высокосортного технического оксида ванадия (ТОВ); феррованадия; сульфата алюминия; комплексной Ni-V – лигатуры. Достоинства технологии:

- технология создана для замещения критического импорта Украины;
- получение дорогостоящей и дефицитной для Украины продукции – оксида ванадия, феррованадия, никель-ванадиевой лигатуры;
- крупный эколого-экономический и социальный эффект;
- снижение себестоимости товарной продукции металлургических заводов;
- утилизация крупнотоннажных отходов на территории Украины.

Компоненты шихты измельчают, смешивают и гранулируют. Гранулы поступают на окислительный обжиг и выщелачивание водой и раствором серной кислоты. Гидролитическое осаждение ТОВ ведут с корректировкой pH среды в высокотемпературных газо-жидкостных струях. Преимуществом использования измельченных компонентов шихты является повышение степени вскрытия сырья на 5-10%.

К преимуществам водно-кислотного выщелачивания шихты и скоростного высокотемпературного гидролиза относятся возможность повышения степени перехода в раствор и выделения из него ионов ведущего металла (V^{5+}), чистота получаемого продукта, снижение

энергозатрат, защита атмосферы рабочих мест.

Этот метод – один из наиболее перспективных для извлечения V^{5+} . Степень перехода V в раствор составляет 95-96,5%. Концентрация V_2O_5 в водных растворах после выщелачивания – 20-40 г/дм³, в сернокислотных – 40-60 г/дм³ (в пересчете). Изучение кинетических закономерностей при выщелачивании шихты вели при постоянных значениях рН и Т:Ж при заданных интервале температур и продолжительности процесса.

Переход ванадия в раствор при выщелачивании описывается общим кинетическим уравнением:

$$\alpha = 1 - \left[1 + 2 \times 10^6 \times e^{-3870/T} \times 10^{-0,44} \times pH \times \tau \right]^{1/(1-\beta)}, \quad (6.24)$$

где α – степень перехода V в раствор;

τ – продолжительность процесса;

S_0 – исходная удельная поверхность частиц твердой фазы;

β – кажущийся порядок реакции по твердой фазе и ионам H^+ ; соответственно;

T – температура процесса.

По данным расчетов и экспериментов найдено:

$$E = \pm 1,6 \text{ кДж / моль}; \quad n_{H^+} = 0,44 \pm 0,02;$$

$$\beta = 2,4 \pm 0,1; \quad K_0 = 1,4 \times 10^5 \text{ мин}^{-1} (\text{моль / дм}^3)^{-0,44}$$

После подстановки указанных параметров в (6.24) получаем уравнение, описывающее непрерывный процесс выщелачивания обожженной шихты растворами серной кислоты:

$$\alpha = 1 - \left[1 + 2 \times 10^6 \times e^{-3870/T} \times 10^{-0,44} \times pH \times \tau \right]^{-0,71} \quad (6.25)$$

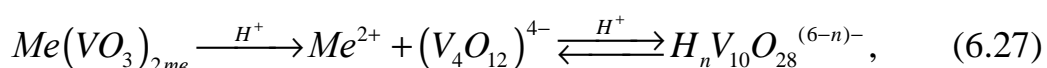
Для периодического процесса остаточная концентрация ванадия в твердой фазе:

$$\varphi(T; pH; \tau) = C_{ост}(T; pH; \tau)$$

где:

$$C_{ост} = 1 - \alpha(T; pH; \tau) = \left[1 + 2 \times 10^6 \times e^{-3870/T} \times 10^{-0,44} \times pH \times \tau \right]^{-0,71} \quad (6.26)$$

Установлено, что кислотное выщелачивание обожженного с известняком ванадиевого сырья протекает с образованием растворимых декаванадатов Ca, Na и др. Me (Fe, Mn, и др.). Реакция протекает в 2 последовательные стадии (6.27 и 6.28). Первая стадия приближенно описывается реакцией образования декаванадатов:



где Me – Na, Ca, Mn, Fe и др.

Вторая стадия, являющаяся продолжением первой, представляет собой процесс разложения образовавшихся декаванадатов с выделением малорастворимых соединений поливанадатов.

Изменение концентрации ванадия в сернокислотном растворе зависит от скоростей протекания реакций (6.27) и (6.28) и иллюстрируется *рис. 6.47* и 6.48.

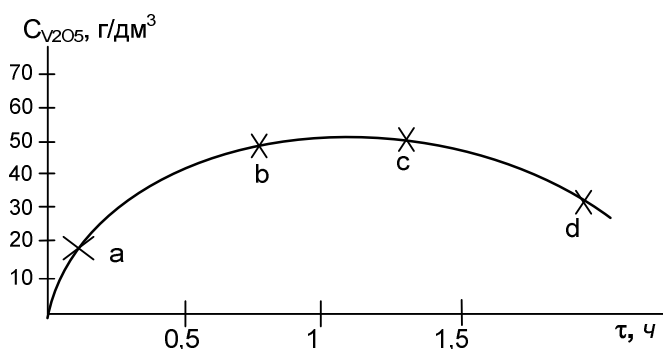


Рис. 6.47. Изменение концентрации V_2O_5 в сернокислотном растворе

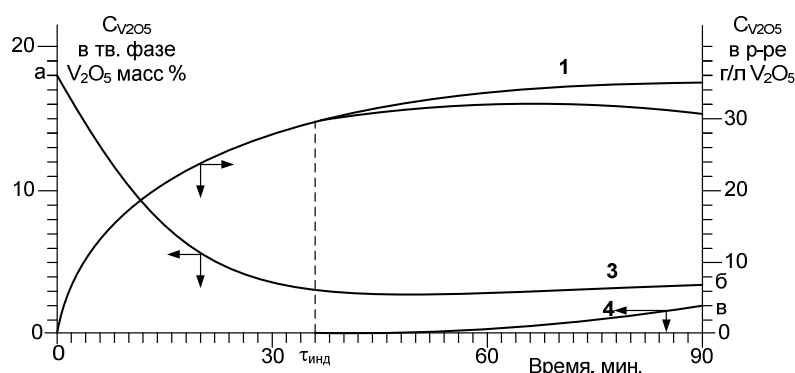
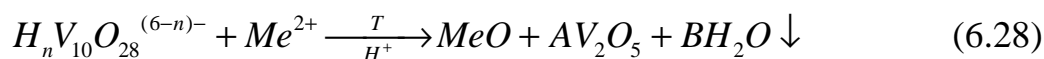


Рис. 6.48. Изменение содержания ванадия в жидкой и твердой фазах в процессе выщелачивания шихты

1 – содержание ванадия в растворе (по общему кинетическому уравнению);
2 – содержание ванадия в растворе (по экспериментальным данным); 3 – общее содержание ванадия в твердой фазе; 4 – содержание ванадия в твердой фазе в виде поливанадатов.



где $n = 0; 1; 2$; A и $B = 1-4$ (экспериментальные коэффициенты).

Характер кривой на *рис. 6.48* связан с преимущественным протеканием реакции (6.27) на участке *ab* при малом влиянии или отсутствии реакции (6.24); участок кривой *bc* соответствует равновесному состоянию процесса; на участке *cd* преимущественно протекает реакция (6.27).

При окислительном обжиге шихты происходит активное выделение газообразных продуктов, состоящих из HCl , летучих галогенидов и оксогалогенидов Me (Al , Fe , Ti и др.) и пылей, выделяющихся при

образовании газов и в процессе перемещения шихты в печи. При окислительном обжиге отмечено образование HCl , AlCl_3 , VCl_3 , VOCl_2 , VOCl_3 и TiCl_4 , FeCl_3 и Cl_2 . Это требует создания 2-3 ступенчатой газоочистки для улавливания выбросов.

Известен способ получения чугуна из V-содержащих железорудных материалов в шахтной печи, заключающийся в том, что ванадийсодержащие руды обогащают до содержания Fe в них более 60%, что соответствует содержанию пентаоксида ванадия 0,45-0,66%, загружают их в печь и получают чугун с содержанием V 0,4-0,55%.

К недостаткам способа относится невозможность получения чугуна с содержанием ванадия $>0,6\%$. Известен способ получения чугуна, заключающийся в том, что шихтовые материалы обогащают и подают в шахтную печь, а в горн вдувают нефтепродукты в количестве до 80 кг/т чугуна для улучшения режима горения топлива. Зольность нефтепродуктов должна быть $<0,3\%$. В золе может содержаться до 20% V_2O_5 . При этом на 1 т чугуна вносится 0,027 кг V_2O_5 , т.е. обогащение чугуна ванадием незначительно.

Целью изобретения авторов данной книги являлось повышение качества чугуна за счет увеличения содержания в нем ванадия. Указанная цель достигается тем, что при выплавке его в шахтной печи из предварительно обогащенных железорудных материалов в горн печи вдувают зольные остатки (ЗО) сжигания нефтепродуктов на ТЭС, содержащие 2-20% V_2O_5 в количестве 20-60 кг/т чугуна.

Вдувание ЗО вместо ввода их в аглошихту, обеспечивает равномерное распределение V в чугуне и высокое его усвоение. Предварительно обогащенная и окускованная руда и другие добавки подаются в шахтную печь. Одновременно в горн печи вдувают подготовленные ЗО. Химический состав указанных ЗО, приведен в табл. 6.32.

Таблица 6.32

Химический состав зольных остатков сжигания мазутов на ТЭС

Место отбора проб зольных остатков	Содержание компонентов, % масс.					
	$\text{Fe}_{\text{общ.}}$	SiO_2	CaO	V_2O_5	S	проч.
Ново-Рязанская ТЭЦ	5,3	10,8	30,1	19,6	0,4	30,8
Литовская ГРЭС	22,1	9,6	22,4	2,63	0,34	25,6
Харьковская ТЭЦ-4	24,3	6,3	6,3	5,02	3,6	45,4

При начальном содержании V_2O_5 в исходной шихте 0,45% конечное содержание V в чугуне составит 0,5%. Введение в шахтную печь в процессе получения чугуна ЗО при содержании в них 2-20% V_2O_5 , в количестве 20-60 кг/т чугуна обеспечит конечное содержание V в чугуне 0,53-1,07%.

Технология извлечения Sc из отходов обогащения и сжигания углей

Скандий – ценный рассеянный элемент. Его применяют при изготовлении приборов в военной технике, сплавов для аэрокосмической промышленности и др. Минералы и ПО, содержащее более 0,01% Sc, считаются перспективным сырьем. Большинство терриконов угольных отвалов Донбасса содержат соединения Sc и др. рассеянных элементов в количествах, позволяющих обеспечивать их эколого-экономически целесообразную добычу (табл. 6.33).

Таблица 6.33

Прогнозные запасы редких металлов в золе углей Донбасса

Металл	Содержание, г/т	Прогнозные запасы, т
галлий	112-200	23000
иттрий	125-250	134000
литий	215-735	383000
иттербий	10-30	13700
скандий	75-90	18000
цирконий	630-790	138000
стронций	2500	20000

В лаборатории «Систем и методов управления промышленными отходами и выбросами в атмосферу» УкрНИИЭП авторами данной книги подготовлены технологические решения для извлечения Sc, Ge и галлия из отходов производства титана, алюминия (красные шламы), циркония и из угольных зол и отвалов [5-9]. Технология обеспечивает степень извлечения скандия из вторичного сырья 50-80% (в зависимости от типа отходов), утилизировать отходы горно-металлургического комплекса в виде товарной продукции, имеющей важное народнохозяйственное значение.

Стоимость скандия достаточно высока, чтобы сделать привлекательным его извлечение из ПО. Приведенные ниже данные характеризуют масштабы производства скандиевой продукции (табл. 6.34).

Таблица 6.34

Мировое производства скандиевой продукции

Продукция, фирма, страна	Цена 1 кг, \$	Общая стоимость продукции, \$
Оксид скандия 99,0%, USA (Urbana II, Knoxville)	900÷1.100	9.000.000
Оксид скандия 99,9%, USA (Stanford Materials)	1.880÷2.400	18.800.000
Оксид скандия 99,5%, РФ	1.100	11.000.000
Лигатура Al-2% Sc, USA (Stanford Materials)	174÷254	46.980.000
Лигатура Al-2% Sc, РФ	137	9.990.000

Совместная переработка ПО, содержащих ТМ и рассеянные элементы с одновременным получением нескольких концентратов и лигатур повысит экономический эффект производства, обеспечит улучшение экологической обстановки в регионе, позволит решить проблему наиболее безопасного размещения вновь образующихся ПО.

На *рис. 6.49* представлена технологическая схема получения свинцово-сурьмяного сплава из аккумуляторного лома. Для получения шихты измельченный аккумуляторный лом, высушенные ПО пищевой или деревообрабатывающей промышленности (косточки и плодоножки винограда, косточки плодов и ягод, опилки и т.п.), оборотную пыль печи смешивают с 15-25%-ным раствором едкого натра. Состав шихты приведен в *табл. 6.35*.

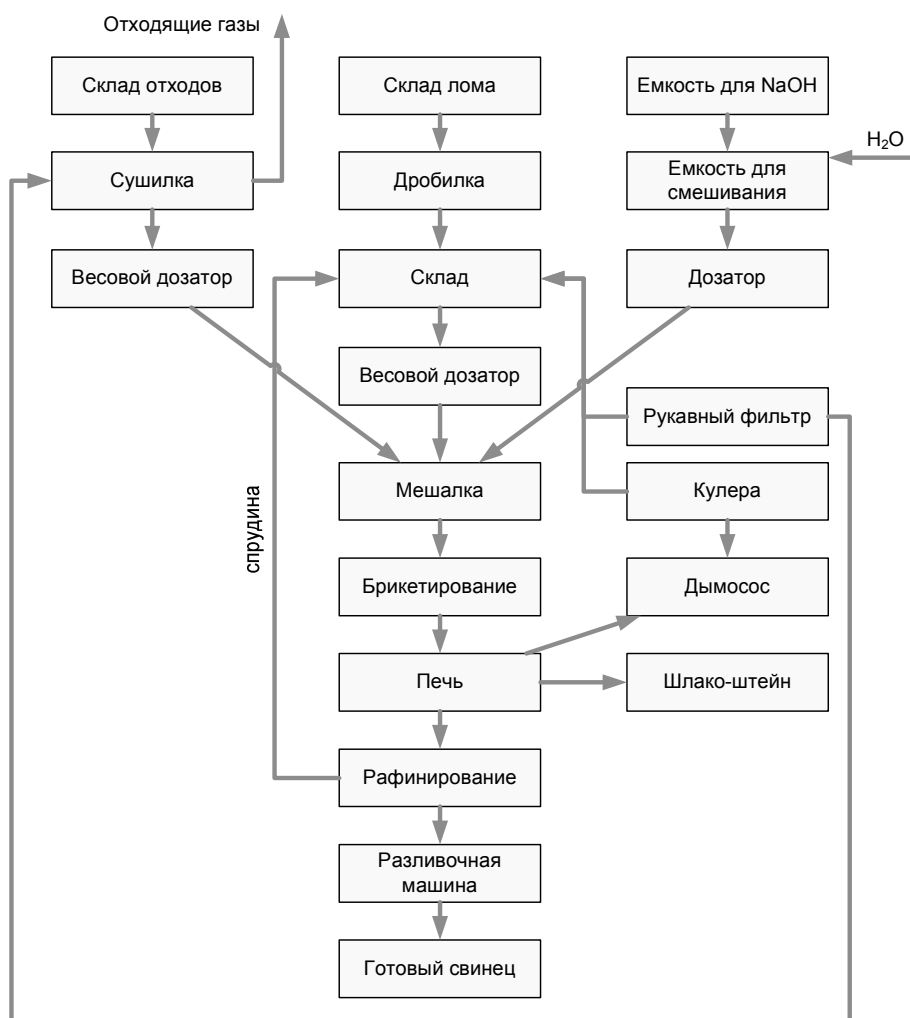


Рис.6.49. Технологическая схема производства Рb из аккумуляторного лома

Таблица 6.35

Состав шихты для производства свинцово-сурьмяного сплава

Компонент	Содержание, % масс.
Аккумуляторный лом	100
Отходы пищевой и деревообрабатывающей промышленности	20-45
Оборотная пыль из печи	10-12
Раствор едкого натра, 15-25%-ный,	20-40

В аккумуляторном ломе содержание Pb составляет 68-80%, S – 6,5-6,8%. Шихта брикетируется и поступает в печь на плавку при $T = 950-1050^{\circ}\text{C}$. Рафинирование проводят путем ликвации, съема спрудины, осушения древесными опилками (или др. ПО пищевой промышленности) и натриевой щелочью. Отходящие газы печи поступают в кулера (воздушные охладители) и рукавные фильтры. Уловленная пыль поступает на приготовление шихты.

Рафинированный свинцово-сурьмяной сплав разливают в формы, чушки поступают на склад готовой продукции. Выход Pb в сплав составляет 98-99%. Предложенная схема упрощает технологию, обеспечивает высокое извлечение Pb, позволяет использовать в качестве углеродсодержащего восстановителя ПО пищевой и деревообрабатывающей промышленности. Все это снизит затраты, способствует решению вопросов, связанных с вовлечением в хозяйственный оборот низкосортных видов сырья и улучшению экологической обстановки.

На *рис. 6.50* представлена технологическая схема получения ферроникеля на Побужском ферроникелевом комбинате (Украина). На предприятии образуется около 600 тыс. т/год шлаков, которые утилизируют и складировать (*рис. 6.51* и *6.52*). Около 30 тыс. т/год конвертерных шлаков используют для производства абразивных материалов [11].

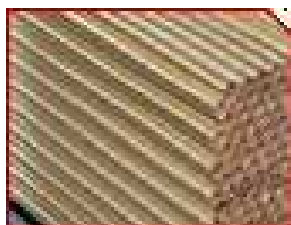
Артемовский завод по обработке цветных металлов (АЗОЦМ) – крупнейший на Украине производитель проката цветных металлов и сплавов на основе Cu, Ni, Zn. Предприятие выпускает тысячи типоразмеров труб, прутков, проволоки, контактного провода, электротехнической катанки, лент, листов, полос, сантехническую арматуру (*рис. 6.53*). В структуру АЗОЦМ входят 2 крупных завода цветной металлургии в гг. Донецке и Артемовске и институт «Укрцветметобработка». Основные корпуса завода включают производства: плавильное; производство медной катанки; прокатное; прессово-волочильное; комплексы очистных сооружений.



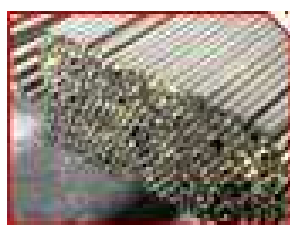
Рис. 6.51. Слив товарного ферроникеля из печи в разливочный ковш



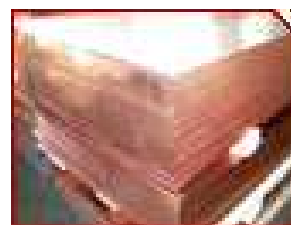
Рис. 6.52. Слив шлака производства ферроникеля из шлаковоза в отвал



Медные латунные, медно-
никелевые отливки



Прутки медные, латунные



Листы, полосы медные
латунные, медно-никелевые



Ленты медные, медно-
никелевые, латунные



Катанка медная
электротехническая



Литая продукция прутки и
трубы литые сплавы

Рис. 6.53. Продукция АЗОЦМ

ЛИТЕРАТУРА К РАЗДЕЛУ 6

1. Михайлова Т.Л., Хохряков А.В. Рациональное землепользование в цветной металлургии. Известия ВУЗов. Горный журнал. №6/93, С. 97-135.
2. Емлин Э.Ф. Техногенез колчеданных месторождений Урала. – Екатеринбург. 1991. 169 с.
3. Разработка Сафьяновского месторождения. УрО РАН.– Екатеринбург. 1993. 65 с.
4. Шайкин А.Б.. Токсичные элементы в отходах производства меди на Урале/Подкомитет "Создание и демонстрация системы управления ОпО на региональном уровне". 169 с.
5. Касимов А.М Малоотходные и энергосберегающие технологии в производстве редких и тяжелых цветных металлов. – М.: Металлургия. 1990. 110 с.
6. Касимов А.М Управление промышленными отходами. В 2-х томах, т.2. Технологии обезвреживания и утилизации промышленных отходов. – Х.: «Тасис, ЦУПО», 2000. 308 с.
7. Касимов А.М., Доброновский В.Д. Технология скоростного и глубокого выделения ванадия с использованием высокотемпературных газожидкостных струй//Тез. докл. III междунар. конфер. «Благородные и редкие металлы БРМ-2000» – Д.: ДонГТУ. 2000, С. 195.
8. Касимов А.М. Технология утилизации ванадийсодержащих отходов ЗТМК//Тез. докл. конфер. «Сотрудничество для решения проблемы отходов». – Х.: ХНЭУ. 2005, С. 195-199.
9. Касимов А.М., Миняйло В.П., Леонова О.Е. Отходы горно-металлургического комплекса-потенциальная сырьевая база развития производства редких и тяжелых металлов//Экология и промышленность. №1, 2006, С. 49-54.
10. Горовой А.Ф., Горовая Н.А. Твердые промышленные отходы Донбасса – нетрадиционный источник минерального сырья//Тез. докл. II Междунар. конфер. „Сотрудничество для решения проблемы отходов”. – Х.: ИД „ИНЖЭК”, 2005, С.142-146.
11. Вялков В.М. История Побужского никелевого комбината. – К.: ФК. 2007. 186 с.
12. Касимов А.М., Семенов В.Т., Романовский А.А. Промышленные отходы Проблемы и решения. Технологии и оборудование. – Х.: ХНАГХ. 2007. 538 с
13. Касимов А.М., Романовский А.А. Мероприятия по снижению степени отрицательного воздействия на ОПС шламонакопителей промышленных предприятий//Вісник міжнар. словянського

- університету. Харків. Сер."Технічні науки". Т.У11, 2004, №1, С.37-40.
- 14.14. Касимов А.М., Романовский А.А. Изучение основных свойств экологически опасных отходов металлургических заводов//Вестник НТУ «ХПИ». 2004. – №47, С. 9-13.
 15. Касимов А.М. Ценные металлы и техногенные месторождения//Сб. докл. У междунар. Конгр. по управл. отходами и природоохр. технол. – М.: ВЭЙСТ – ТЭК, 2007, С. 187-189.
 16. Тетянчук Н.С. Перспектива развития минерально-сырьевой базы редких металлов Донецкой области//Редкие металлы – взгляд в будущее. – К.: ИГН НАНУ, 2001, С. 92-93.
 17. Касимов А.М. Леонова О.Е. Терриконы и шламонакопители промышленных отходов предприятий Украины – сырьевая база редких и рассеянных металлов//Зб.наук.статей. «Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення. Міжнародна науково-практична конференція. Алушта, АР Крим. 12-16 вер. 2005. Том 11. – Х.: УкрНДІЕП, 2005, С. 35-42.
 18. Касимов А.М. Эколого-экономическая оценка освоения техногенного месторождения ценных компонентов//Тр. X Междунар. научно-технич. Конфер. «Экология и здоровье человека. Охрана водного и воздушного бассейнов. Утилизация отходов». – Щелкино, АР Крым. – Х.: УкрГНТЦ «Энергосталь», 2002, С. 507-510.
 19. Касимов А.М. Шламонакопители–техногенная сырьевая база тяжелых металлов//Восточно–Европейский журнал передовых технологий, 2004. №4, С. 142-149.
 20. Касимов А.М., Леонова О.Е. Перспективы развития минерально-сырьевой базы редких и рассеянных элементов на основе отходов горно-металлургического комплекса//Сб. научн. ст. Междунар. научно-практич. конфер. «Обращение с отходами – проблемы и решения XXI века». – Од.: «Экспоцентр-Одесса», 2005, С. 112-119.
 21. Касимов А.М. Отходы горно-металлургического комплекса – сырьевая база производства редких и тяжелых металлов//Восточно-Европейский журнал передовых технологий, №4/2(16), 2005, С. 147-150.

РАЗДЕЛ 7

ОТХОДЫ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ ПЕРЕРАБОТКИ И УТИЛИЗАЦИИ

7.1. Отходы производства минеральных удобрений

В конце XX века ускоренное развитие химической промышленности на основе концепции экстенсивного производства привело к образованию крупнотоннажных ПО, накапливаемых в отвалах, терриконах, шламонакопителях. По мере развития и проявления отрицательных эффектов накопителей промышленных отходов проблема их экологического воздействия становится все более актуальной.

Накопители жидких отходов и шламов представляют собой серьезный источник гидродинамического воздействия на ОПС, приводя к изменению уровня подземных вод, что вызывает отрицательные явления в селитебной зоне. Фильтрационные потери из ШН могут привести к изменению состава подземных вод, что в дальнейшем представляет потенциальную угрозу для водозаборов в прилегающей зоне.

На *рис. 7.1* показан процесс укладки изолирующего экрана для защиты грунтовых вод от проникновения токсичных компонентов из ШН жидких отходов химической промышленности.



Рис. 7.1. Укладка изолирующего экрана для защиты грунтовых вод от проникновения токсичных компонентов из ШН жидких отходов

В данном исследовании рассмотрены типичные проблемы, связанные с длительным действием крупномасштабных накопителей

отходов в промузле «Армянск – Красноперекопск» на территории Автономной Республики Крым.

Государственная акционерная компания (ГАК) «Титан» расположена на равнинной части перешейка, соединяющего полуостров Крым с материковой частью Украины. На природоохранные цели Компания ежегодно направляет 1-2млн. грн. Целью затрат является выполнение исследований в системе экологического мониторинга, проектно-изыскательских работ по местам образования и складирования ПО, гидрогеологических работ по защите подземных вод от загрязнения.

На *рис. 7.1,а* приведен план-схема предприятия ГАК «Титан».

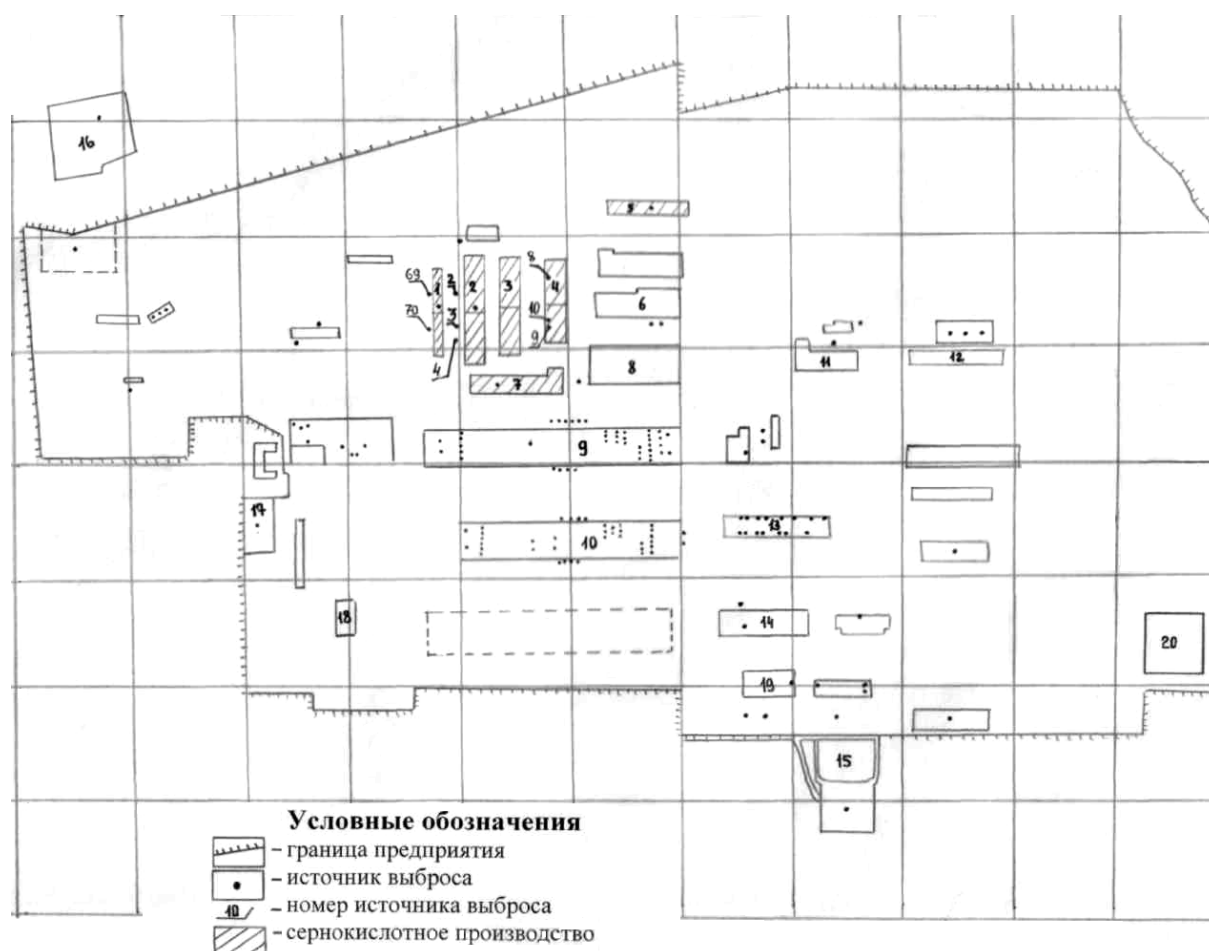


Рис. 7.1,а. План-схема предприятия ГАК «Титан»

- 1 – кислотное отделение; 2 – САО; 3-промывное отделение; 4 – печное отделение;
 5 – склад серы; 6 – сернокислотный цех; 7 – склад серной кислоты; 8 – ЦКП; 9 – цех «Титан-1»; 10 – цех «Титан-2»; 11 – котельный цех; 12 – заводские склады;
 13 – сырьевое отделение; 14 – склад аммофоса; 15 – склад фосфогипса; 16 – электроцех;
 17 – автостоянка; 18 – столовая; 19 – отделение аммофоса; 20 – склад аммиака

На *рис. 7.1,б* приведена карта уровней минерализации подземных вод понт-меотичного горизонта в результате деятельности ГАК «Титан».

В результате производственной деятельности ГАК «Титан» образуются отходы.

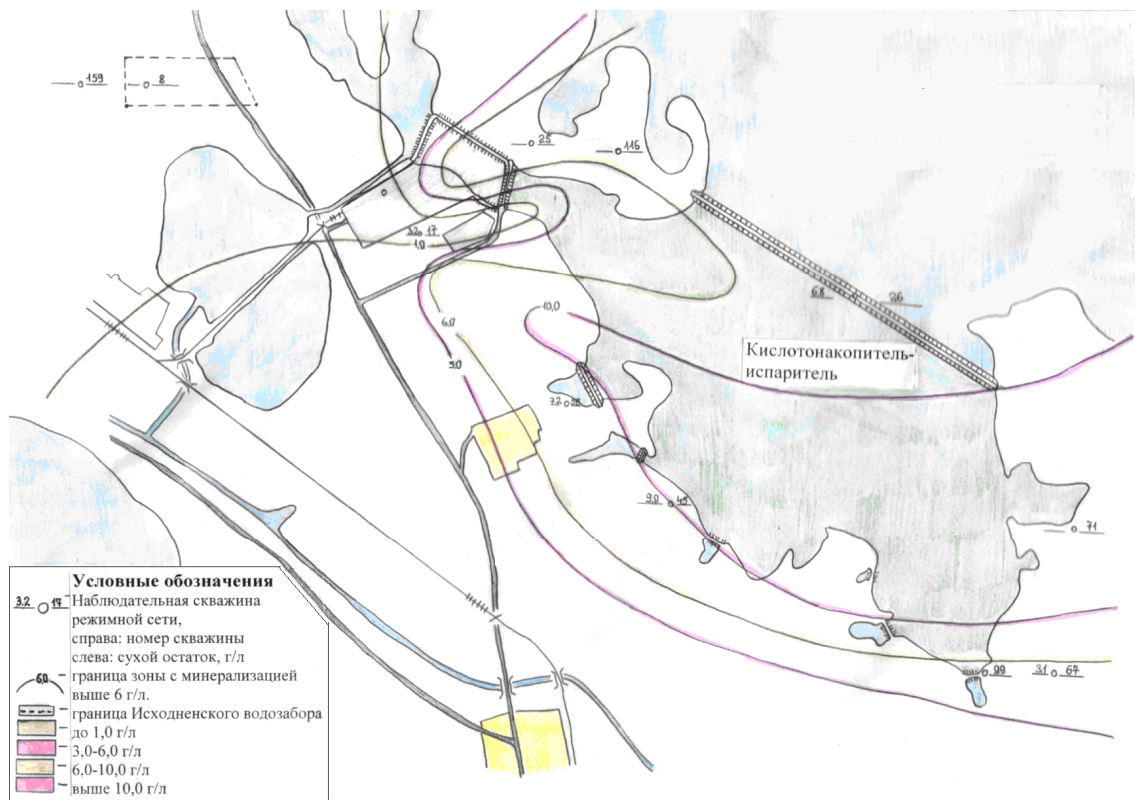


Рис. 7.1,б. Карта уровней минерализации подземных вод ПОНТ-МЕОТИЧНОГО горизонта

Фосфогипс (ФГ) – отход производства минеральных удобрений, пожаро и взрывобезопасен, малотоксичен, 1У КО, пастообразный продукт серого цвета, объем накопления в настоящее время – 612092 т, гигроскопичен, слеживается, плотность – $1,2 \text{ г/см}^3$, содержание основных компонентов, % масс: CaSO_4 – 93, Р – 0,1, влажность – 39,8. Гидроудаленный ФГ размещается в фосфогипсохранилище. Обезвреживание кислых отходов производят нейтрализацией.

Образование ФГ в количестве 2,5 т на 1 т аммофоса при существующем процессе работы на апатитовом концентрате является рациональным. Однако утилизация его в количестве 4,9% объема образования крайне неэффективно и требует решений по утилизации (обезвреживанию) уже накопленных отходов и снижению объемов образования ФГ на единицу выпускаемого аммофоса.

С целью дальнейшей эксплуатации фосфогипсохранилища и предотвращения загрязнения ОПС, предусмотрены мероприятия: наращивание ограждающих дамб на высоту 2-3 м, прокладка дренажной траншеи с трех сторон фосфогипсохранилища. Расчетный срок эксплуатации фосфогипсохранилища – до 2027 г.

Пиритные огарки – отход сернокислотного производства при использовании в качестве сырья серного колчедана, размещен в огарконакопителе. В настоящее время огарконакопитель служит промежуточной емкостью для отвода стоков гидроудаленного ФГ. В

огарконакопителе хранится 349900 т огарков.

Гидролизная кислота – отход производства двуокиси титана, токсична, раздражает кожу, класс опасности – 2, объем накопления отхода на 1.12.02г. – 704253 т. Состав данного отхода : железо – 2,88%, титан-0,41%, серная кислота – 18,99%. Отход частично утилизируется на предприятии в цехах «Титан-1», «Титан-2» и «Аммофос». Остальной объем сбрасывается в кислотонакопитель. Физическое состояние отхода – суспензия (шлам). Газообразные выбросы при сбросе шлама отсутствуют.

Ведется мониторинг качества подземных вод через специальную сеть скважин, качества поверхностных вод – по 6 постам, качества почв – по 25 точкам. Ежемесячно проводятся замеры уровня жидкости в КН, отбор проб и определение концентрации серной кислоты. Анализ содержимого КН производится ежеквартально. Сравнительный анализ фактических и проектных показателей КН приведен в *табл. 7.1*.

Таблица 7.1

Сравнительный анализ фактических и проектных показателей КН

Показатель	Проект	Факт на 2004 г.
Объем жидкости в КН	54 млн. м ³	15366,0 тыс. м ³
Площадь зеркала	43 км ²	35,735 км ²
Уровень	2,0 м	1,34 м
Концентрация серной кислоты, макс.	12% (масс.)	4,9% (масс.)

Промывная кислота – отход производства серной кислоты (класс опасности 2); объем накопления – 3909 т, имеет темно-зеленый цвет, плотность 1,2 г/см³, содержание компонентов, % масс.: шлам – 0,7, H₂SO₄ – 20, H₂O – 79,3.

Фосфогипсохранилище площадью 25 га представляет собой место удаления отходов открытого типа, углубленное в землю, наливное, специально построенное, с устройством дренажного стока в период атмосферных осадков.

Кислотонакопитель (КН) является областью, разгрузки всех водоносных горизонтов, а также сборником всех сточных вод предприятия. Изоляционный экран на дне отсутствует, образован естественный экран в виде корки ярозита. Общая площадь водного зеркала при нормальном уровне – 43 км². Допустимый уровень + 2-2,2 м (абс.отм.). Предназначен для приема промстоков предприятия, содержащих: гидролизную и промывную кислоту, черный шлам, железный купорос, серноокислый натрий.

Усредненный состав промстоков в общем коллекторе: pH среды – 1.25, свободная кислота – 1,12%, сухой остаток – 75 г/дм³, хлориды – 1,25 г/дм³, сульфаты – 14,6 г/дм³, фтор-ион – 1,9 мг/дм³, Fe(II) – 3200 мг/дм³, As – 0,025 мг/дм³, P₂O₅ – 4,2мг/дм³, TiO₂ – 1100 мг/дм³. Состав

промстоков не нормируется и зависит от объема выпускаемой продукции, стоков других предприятий региона и хозяйственных стоков г. Армянска, сбрасываемых в последние годы без очистки. График изменения рН среды в КН в 1998-2002 гг. приведен на *рис. 7.2.*

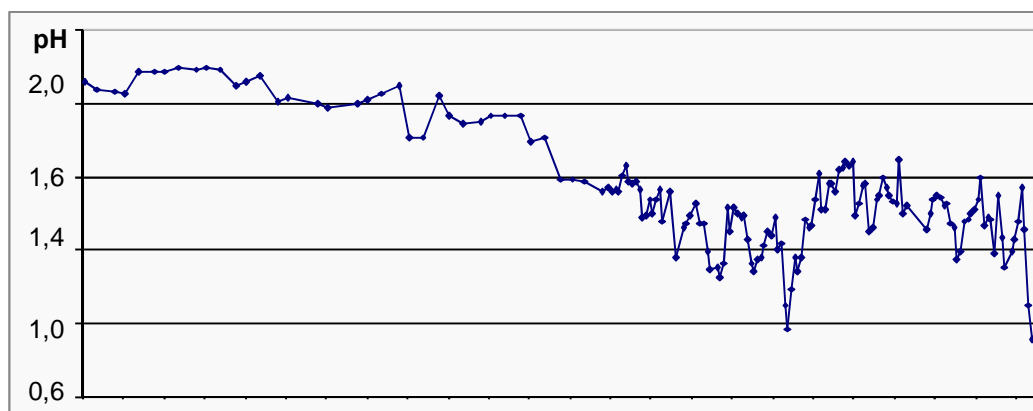


Рис. 7.2. Изменение рН среды в КН в 1998-2002 гг.

На *рис. 7.3* приведен график изменения объемов поступления хозяйственных стоков г. Армянска в КН в период 1998-2002 гг. Динамика значений рН в наблюдательных скважинах контроля состояния подземных вод подземных водах в период 1998-2002гг. приведена на *рис. 7.4.*

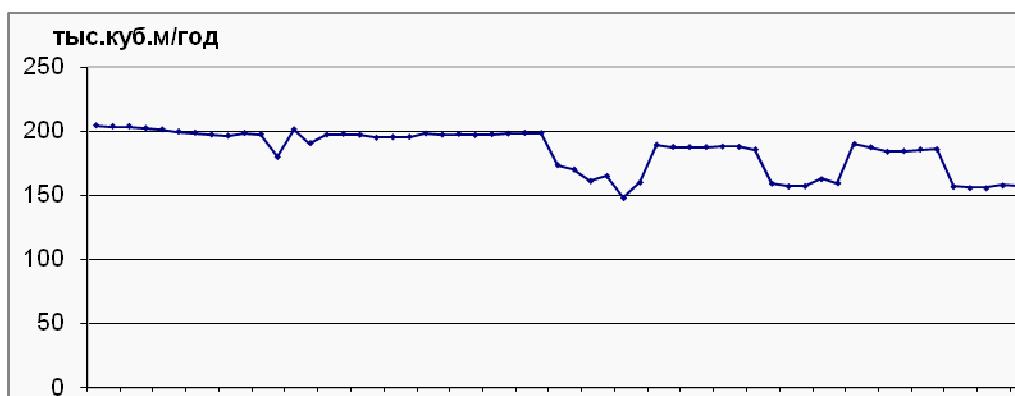


Рис. 7.3. Изменение объемов поступления хозяйственных стоков г. Армянска в КН в 1998-2002 гг.

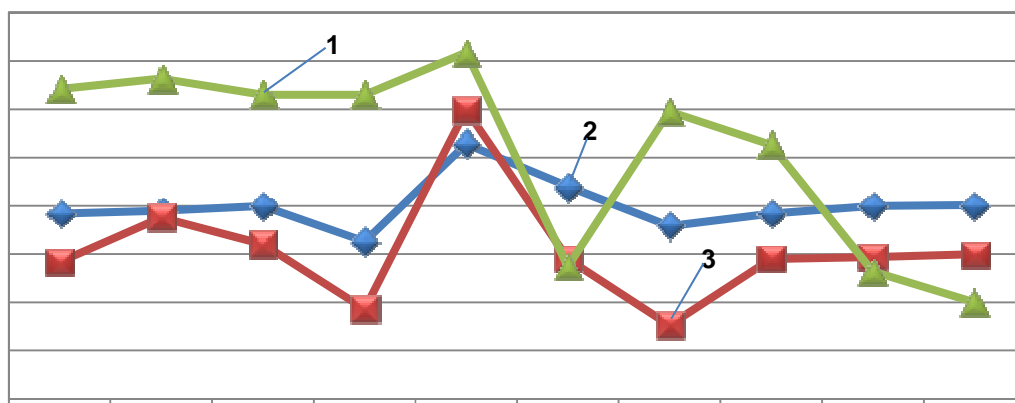


Рис. 7.4. Динамика значений рН в наблюдательных скважинах 1-3 по контролю состояния подземных вод подземных водах в 1998-2002 гг.

Приведенные данные свидетельствуют о связи характеристик воды подземных горизонтов с объемом производства ГАК «Титан», объемами и составом стоков предприятий региона (САКЗ, ОАО «Бром» и др.) и хозяйственных стоков г. Армянска с поправкой на масштабность и инерционность указанных процессов.

Следует отметить, что комплексные исследования в данной области только начаты в настоящее время. УкрНИИЭП, являясь головным институтом МинПрироды Украины, придерживается принципиальной позиции: на основе оценки потенциальной опасности промышленных отходов, с помощью современных технологий, используя экологические и правовые регулирующие механизмы – обеспечить максимальную безопасность при обращении с отходами, и минимизировать наносимый ими ущерб окружающей среде.

Определяющими моментами в формировании сложившейся ситуации, приводящими к усложнению экологической обстановки в присивашском промузле «Армянск-Красноперекопск» является производственная деятельность предприятий, действующих по устаревшим технологическим схемам, в которых предусмотрен выброс и сброс в ОПС значительных количеств разнообразных ПО производства, длившихся с момента формирования промузла более 30 лет.

Экономико-экологические приоритеты мало отразились на хозяйственной деятельности предприятий. За последние 10 лет вредные выбросы в окружающую среду несколько сократились, однако это произошло в основном за счет сокращения объемов производства, а также активной природоохранной деятельности ГАК «Титан».

Недостаточное внимание, уделяемое одному из перспективных путей – утилизации ПО, привело в середине 90-х гг. XX в. к кризисным явлениям. ГАК «Титан», являющаяся владельцем КН больше не может мириться с размещением в нем различных, не принадлежащих ей отходов, сброс которых не предусмотрен проектом КН.

Это связано с регистрацией силами ГАК «Титан» отрицательных эффектов при сбросе сторонних отходов, а также длительных негативных косвенных последствий после их сброса. ГАК «Титан» опасается, что дальнейший сброс отходов, не предусмотренных проектом КН, приведет к выходу последнего из строя, усилению загрязнения воздуха и подземных вод, в т.ч. в районе водозабора г. Армянск.

Есть серьезные основания полагать, что компоненты нештатных сбросов, производимых в КН, взаимодействуют между собой с образованием новых веществ, в том числе гораздо более опасных, чем исходные. Постепенный рост концентрации галогенидов (хлоридов, бромидов) в КН неизбежно будет приводить к изменению состава атмосферного воздуха вблизи КН.

При дальнейшем анализе сложившейся ситуации и прогнозе

последующих явлений в районе КН особое внимание следует уделить концентрациям в стоках галогенидов и содержанию в КН основных классов органических веществ, в т.ч. ароматических производных.

Для определения видов воздействия КН на ОПС необходимо знание конкретных условий и определенного типового воздействия возможных источников [1-5].

Индикаторами техногенного воздействия являются конкретные показатели влияния источника на объект с повышенной контрастностью при простоте определения, которые характеризуют максимальные геохимические и др. аномалии и наносимый ущерб ОПС.

Индикаторами пылегазового воздействия в районе размещения КН могут служить пылевыведения с химсоставом твердой фазы размещаемых в КН суспензий, с учетом содержания тяжелых металлов, соединения из состава реагентов, используемых при обогащении руд, водоподготовке и т.п. В ГАК «Титан» длительное время проводится мониторинг концентраций наиболее опасных компонентов (в т.ч. F, As, и др.) в почвенном слое вокруг промплощадки и КН.

Индикаторами воздействия при гидродинамическом и гидрохимическом влиянии КН на ОПС служат концентрации ионов ТМ, входящих в состав складированных суспензий; рН растворов, фильтрующихся в почву и грунтовые воды в контуре нарушения окружающей среды; изменение состава поверхностных стоков, содержание и химический состав взвешенных веществ в поверхностных водоемах в районе размещения КН.

Для Исходненского водозабора, используемого ГАК «Титан», индикаторами фильтрационного проникновения вод КН выбрана общая минерализация питьевой воды. Отметим, что в сложившейся ситуации значение рН не может служить индикатором, т.к. карбонизированные грунты могут частично нейтрализовать кислотный компонент фильтрующихся растворов.

Конкретные краткосрочные мероприятия, направленные на немедленное улучшение экологической обстановки в районе промузла:

- исследования по утилизации ПО предприятий региона;
- исследования по обезвреживанию сточных вод, направляемых в КН;
- исследование состояния атмосферного воздуха в гг. Армянск и Красноперекоск;
- полное исследование состава воды Исходненского водозабора с испытаниями на мутагенную и канцерогенную активность.

Краткосрочные мероприятия включают немедленное прекращение непредусмотренных сбросов различных концентрированных отходов в КН ГАК «Титан». Силами заинтересованных сторон должен быть составлен план мероприятий по обустройству и рекультивации на современном

уровне мест накопления/захоронения отходов. Этим работам должен предшествовать комплексный анализ имеющихся результатов инвентаризации и паспортов ПО и ТО всех предприятий, мест их размещения и захоронения.

Финансирование для ее проведения может быть обеспечено из паевых средств предприятий региона и использования части отчислений указанных предприятий в природоохранные фонды АР Крым.

Крупномасштабные мероприятия:

- разработка комплекса организационных и законодательных мер республиканского и регионального уровней, направленных на улучшение эколого-экономического, социального и санитарного состояния градообразующих предприятий и населения городов и поселков региона;
- выделение крупных материально-технических и финансовых средств из республиканского и государственного бюджетов для выполнения соответствующих эколого-экономических и социальных программ;
- исследование состояния атмосферного воздуха в г. Армянск с оценкой суммарного воздействия выбросов всех предприятий на население гг. Армянск и Красноперекопск с учетом данных наблюдения постов ГГМС и исследований состава веществ, испаряющихся с поверхности КН ГЭК «Титан». Последний может существенно отличаться от проектных данных, в результате практики сброса смешанных стоков, непредусмотренного состава;
- разработка комплекса мероприятий по сокращению объема стоков, размещаемых в КН.

Проблема использования ФГ становится все более актуальной по многим причинам – длительное время ей не уделяли должного внимания, что привело к образованию огромных запасов лежалого ФГ; – его транспортирование в накопители и хранение связаны с большими капиталовложениями и эксплуатационными затратами. В то же время эксплуатируемые месторождения природного гипса практически выработаны, а разработка новых требует больших капиталовложений и отвода значительных площадей пахотных земель [5-9].

В литературе имеется много работ, посвященных комплексной переработке ФГ на серную кислоту и портландцемент, известь, различные строительные материалы. Основным недостатком комплексной переработки фосфогипсового сырья являются ее высокая энергоемкость, а также более низкое содержание SO_2 в обжиговом газе по сравнению с газом, получаемым при сжигании серы или колчедана.

Указанные технологии не нашли промышленного внедрения из-за сложности, необходимости отмывки ФГ от P_2O_5 , капиталоемкости. Капитальные затраты на строительство завода, работающего на

фосфогипсовом сырье, в 5 раз, а потребление энергии – в 2 раза выше, чем строительство завода, работающего с использованием природной серы.

Некоторые авторы предлагают использовать ФГ в дорожном строительстве. При этом необходимо учитывать возможность загрязнения почв и грунтовых вод токсичными соединениями, чему ранее не уделялось должного внимания. В нейтральной среде большинство ТМ находятся в труднорастворимой форме (в виде гидроксидов), при этом их миграционные способности незначительны, что приводит к их накоплению в почве (исключения – Fe(II), Cd, Co, Mg, Mn, которые подвижны и в нейтральной среде).

Наибольший интерес представляет производство гипсовых вяжущих и изделий на их основе. Сухие строительные смеси (ССС), в т.ч. и штукатурные, представляют собой альтернативу традиционным «мокрым» растворам. Их основные преимущества – удобство при транспортировке, стабильность состава, высокие технические характеристики, легкость в работе, высокое качество отделки, возможность механизировать работу штукатуров, в десятки раз увеличивая их производительность, уменьшить сроки выполнения ремонтных работ.

В 2003 г. на Украине было использовано около 160 тыс. т сухих гипсовых строительных смесей (штукатурок и шпаклевок для внутренних работ). Доля штукатурных смесей на рынке достигает в среднем 30%. В настоящее время до 90% внутреннего рынка гипсовых смесей заполняет импорт.

Несмотря на низкий уровень потребления СССР на Украине – 2-3 кг на душу населения (в развитых странах – 8-9 кг), объемы потребления СССР в стране будут ежегодно расти. Постепенно традиционные «мокрые» растворы, применяемые строительными организациями, будут вытеснены прогрессивными материалами.

На основе разработанного нами рецепта гипсового вяжущего предлагается производить СССР по ТУУ.В.2.7.-21-146-97 для отделочных работ в строительстве. Условием их успешного применения является тщательное смешивание компонентов, чтобы на строительной площадке ввести в них только воду до получения требуемой подвижности. В состав смеси входят: гипсовое вяжущее, наполнитель (известковая крошка фракции 0-1,25 мм или песок), гашеная известь (крупность менее 0,08 мм), добавки (эфирметилцеллюлоза, ЛСТ).

Введение добавок позволяет повысить качество смесей. ЛСТ – добавка, дающая сильный пластифицирующий эффект и длительную способность растворной смеси сохранять высокую подвижность, а также способствующей снижению водопотребности вяжущего. Эфиры целлюлозы вводят в штукатурные смеси для адгезии их к обрабатываемой поверхности.

Технология производства СССР включает хранение, дозирование и

перемешивание исходных порошкообразных компонентов. Для обеспечения более точного состава и стабильности смесей рекомендуется применять периодическое дозирование и смешение исходных компонентов.

Песок из бункера сырья питателем подают на двухситный грохот для отделения крупных включений и частиц размером более 1,25 мм. После этого его направляют в сушильный барабан, где сушат 30 мин. при температуре 150-200°C до влажности не более 0,5%. После сушильного барабана песок рассеивают на двухситном грохоте на фракции: 0-0,5; 0,5-1,0; 1,0-1,25 мм, каждая из которых скребковым конвейером подается в отдельный бункер.

Затем фракции дозируют весовыми дозаторами для обеспечения оптимального гранулометрического состава смеси и подают в смеситель. Сюда же весовыми дозаторами из бункеров подают гашеную известь, гипсовое вяжущее и добавки.

Из смесителя готовая продукция поступает в отделение упаковки, где ее дозируют по 20-40 кг в гидрофобизированные бумажные мешки, которые отправляют на склад готовой продукции. Расход компонентов на 1 т готовой продукции: ФГ – 0,5 т, наполнитель (песок, известковая крошка) – 0,47 т, известь гашеная – 0,03 т, эфирметилцеллюлоза – 0,002 т, лигносульфонат сухой – 0,0002 т.

Энергозатраты на 1 т смеси: газ природный – 9 м³, электроэнергия – 15 кВт·ч, сжатый воздух – 21 м³, дизельное топливо – 0,07 кг. Для ограниченной номенклатуры сухих смесей целесообразно строительство заводов производительностью 10000 т/год. Выпуск ССС широкой номенклатуры ведет к увеличению капитальных затрат на оборудование, площади под складские помещения для сырьевых материалов и готовой продукции, что приводит к убыточности производств.

Поскольку характеристики ФГ могут меняться, необходим входной контроль сырья с последующей корректировкой технологического процесса (в основном на стадии нейтрализации). Компоненты шихты, % масс. ФГ – 50, известковая крошка – 47,8, гашеная известь – 2, добавки: эфирметилцеллюлоза – 0,2, остальные добавки – 0,02. Наполнитель – известковая крошка фракции 0-1,25 мм, гашеная известь – 0,31 мм. Получают товарный продукт «Смеси сухие строительные на основе гипсовых вяжущих» (НИИСМИ ТУУ.В.2.7.-21-146-97).

Производство – 10000 т/год. Расход компонентов, т/т готовой продукции: ФГ – 0,45-0,5; известь гашеная – 0,01-0,03; наполнитель – 0,45-0,5; химические добавки – 0,001-0,003. Энергозатраты: газ природный – 9 м³, электроэнергия – 15 кВт·ч, сжатый воздух – 21 м³, дизельное топливо – 0,07 кг. Выпуск товарной продукции – на 2920 тыс. грн/год. Капвложения на 1 т смесей – 84 грн. Численность рабочих – 8 чел/смену; 1 смена – 305 раб. дней/год.

Себестоимость продукции – 240,3 грн/т. Отпускная цена – 320 грн/т. Чистая прибыль на 1 грн товарной продукции – 0,165 грн. Окупаемость – 2,3 года. При работе в 2 смены окупаемость – 1,7 года: чистая прибыль – 490 тыс. грн/год. На *рис. 7.5* приведена технологическая схема производства ССС, на *рис.7.6* – технологическая схема производства гипсового вяжущего ГВФ 1, 2 – ГВФ 4 [5-9].

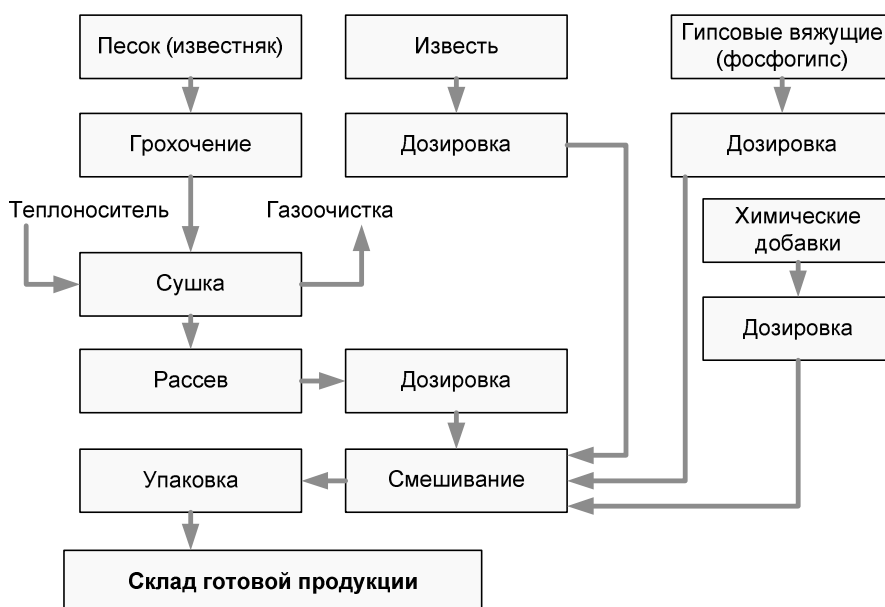


Рис. 7.5. Технологическая схема производства ССС

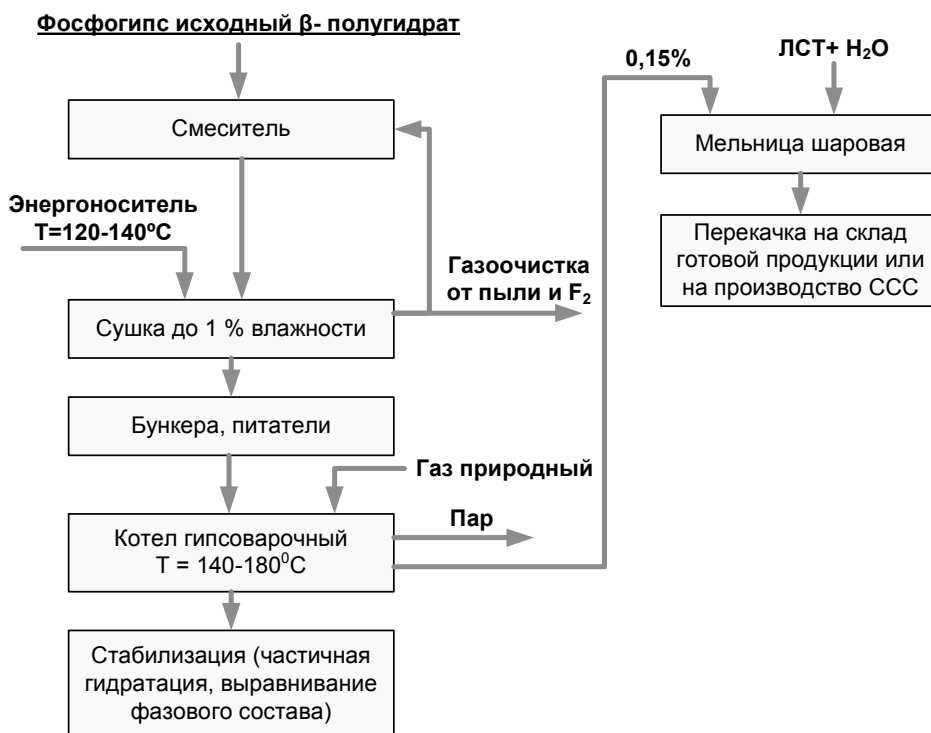


Рис. 7.6. Принципиальная схема производства вяжущего ГВФ-1,2-ГВФ-4

Вязущее имеет характеристики: предел прочности при сжатии – 4 МПа, минимальный предел прочности при изгибе – 2 МПа; начало схватывания – 5-7 мин., конец – 10-15 мин.; водопотребность – 60% (соответствует требованиям ДСТУ Б В.2.7.-4-93). Основные стадии процесса: приемка и складирование сырьевых материалов; нейтрализация ФГ; сушка до влажности 1%; дегидратация в гипсоварочном котле; выдержка и охлаждение вязущего; помол вязущего; хранение готовой продукции.

Фосфогипс доставляют из фосфогипсохранилища и загружают в бункер сырья. Отсюда дозатором его подают в смеситель для нейтрализации известковым молоком до $pH=7$. Известковое молоко готовят в промежуточном бункере, оборудованном мешалкой, куда дозатором подают необходимое количество извести из бункера сырья.

Для нормального протекания процесса нейтрализации влажность ФГ должна быть равной 35%, поэтому объем известкового молока подбирают, исходя из начальной влажности ФГ. При такой влажности ФГ представляет собой тиксотропную вязкую массу. Увеличение влажности ведет к перерасходу топлива на последующую сушку. Рекомендуемая длительность нейтрализации – 35-40 мин.

Нейтрализованный ФГ конвейером подают в барабанную сушилку для удаления гигроскопической влаги. Сушка протекает при температуре 180-190°C в течение 60 мин. Для обеспечения сыпучести материала и улучшения теплопередачи в сушильном барабане смонтирована подвесная цепная насадка, спирально расположенная вдоль оси печи.

Сушильный агент – смесь продуктов горения природного газа из топки и рециркулирующих топочных газов от гипсоварочного котла. Выходящий из сушильного барабана ФГ с влажностью 1% подают в промежуточный бункер, который устанавливается с целью обеспечения непрерывной работы оборудования. Из бункера высушенный ФГ дозатором направляют в гипсоварочный котел, где при 170-180°C происходит его дегидратация в течение 45 мин. Кроме того, 45 мин затрачивается на загрузку котла и подъем температуры до начала дегидратации (116-120°C)

Горячие газы при 1000-1100°C омывают сферическое днище котла, боковую поверхность корпуса и через жаровые трубы поступают в сушильный барабан.

Водяные пары, выделяющиеся из гипсоварочного котла, очищаются от пыли в циклоне и скруббере и вентилятором выбрасываются в атмосферу. Пыль гипса из циклона направляют в бункер перед гипсоварочным котлом. После дегидратации в котле гипсовое вязущее конвейером подают в бункер, оттуда питателем – в шаровую мельницу для помола.

Помол дегидратированного ФГ является обязательной операцией,

несмотря на высокую дисперсность полученного полугидрата. Это обусловлено несколькими причинами, одна из них – повышенная водопотребность вяжущих из ФГ по сравнению с аналогичными из природного гипса. Это связано с высокой пористостью частиц немолотого β -полугидрата, в результате чего поглощается больше воды, чем требуется для образования пленки вокруг частиц, создающей нормальную подвижность гипсового теста.

При этом возрастает пористость изделий и снижается их прочность. При помоле происходит изменение структуры порошка в сторону образования более округлых зерен при разрушении крупных частиц с внутренними пустотами, что ведет к снижению водопотребности. Кроме того, происходит выравнивание фазового состава вяжущего за счет дегидратации неразложившегося гипса, в то время как растворимые формы ангидрита гидратируются и переходят в полуводный гипс.

Этому процессу способствует то, что во время помола температура повышается до 115-120°C. Т.о. обеспечивается резкое улучшение пластических свойств гипса и его активности. Для улучшения свойств гипсового вяжущего в мельницу при помоле вводят пластификатор – 0,15% ПАВ ЛСТ (лигносульфонат технический).

Готовый продукт из шаровой мельницы пневмонасосом перекачивают на склад готовой продукции или на производство ССС. Степень помола по ДСТУ Б В. 2.7.-4-93 должна обеспечивать остаток на сите с размерами ячеек 0,2 мм < 2%.

Ниже приведены удельные нормы расхода сырья и энергоресурсов для технологических нужд (на 1 т вяжущего): ФГ (в пересчете на сухой дигидрат) – 1,3 т; лигносульфонат сухой (ЛСТ) – 1,5 кг; негашенная известь (в пересчете на 100% $\text{CaO} + \text{MgO}_{\text{акт}}$) – 0,0005 т; вода – 0,126 м³. Энергозатраты: природный газ – 65 нм³, электроэнергия 75 кВт-ч, сжатый воздух – 70 нм³. Ориентировочный объем производства – 5000 т/год.

Капвложения на 1 т товарной продукции (5000 т/год) – 1,32 грн. Основные производственные фонды – 640 тыс. грн. Себестоимость 1 т вяжущего – 50,2 грн. Численность рабочих – 12 чел/смену; 1 смена – 305 рабочих дней/год. Окупаемость – 3,9 года, при работе в 2 смены – 2,1 года.

Требования к сырью для производства вяжущих β -модификации методом тепловой обработки: ФГ кондиционный по ДСТУ Б. В. 2.7-2.93. При необходимости нейтрализации в ФГ вводят известковое молоко с концентрацией 100 г/дм³. В извести содержание $\text{CaO} + \text{Mg} > 80\%$ по ГОСТ 9179-77.

На стадии помола вводят ЛСТ – 0,15% по ТУ 13-0281036-05-89, воду с содержанием солей < 2,0 г/дм³ по ГОСТ 23732-79. ФГ и строительные материалы из него – вещества 4 класса опасности по ГОСТ 12.1.007. Методы подготовки ФГ к производству обжиговых вяжущих можно разделить на пять условных групп: промывка ФГ водой; промывка в

сочетании с нейтрализацией и осаждением примесей в водной суспензии; термический метод; введение нейтрализующих, минерализующих и регулирующих кристаллизацию добавок перед обжигом и после него; нейтрализация известковым молоком.

Методы 1-2-й групп связаны с образованием значительного количества сточных вод ($2-5 \text{ м}^3/\text{т}$ ФГ), больших затрат на их обезвреживание, хотя степень очистки ФГ в них получается довольно высокая. Большинство методов термического разложения (3-я группа) примесей основано на обжиге ФГ до растворимого ангидрита с повторной гидратацией и повторным обжигом до полугидрата.

Широкого применения они не имеют, как и методы 4-й группы, поскольку требуют дефицитных добавок и не обеспечивают постоянства свойств вяжущего при меняющемся составе ФГ. Интересен метод нейтрализации ФГ в известковой суспензии (5-я группа), способствующий одностадийному стабильному переводу кислых фтористых и фосфатных соединений в малорастворимые инертные соединения типа гидроксилапатита и CaF_2 , не требующий применения промывных вод и предотвращающий выделение F_2 при обработке нейтрализованного ФГ. На *рис. 7.7* приведена схема производства стеновых панелей из ФГ. При исследовании образцов фосфогипса из шламонакопителя ГАК «Титан» установлен их химсостав (*табл. 7.2*).

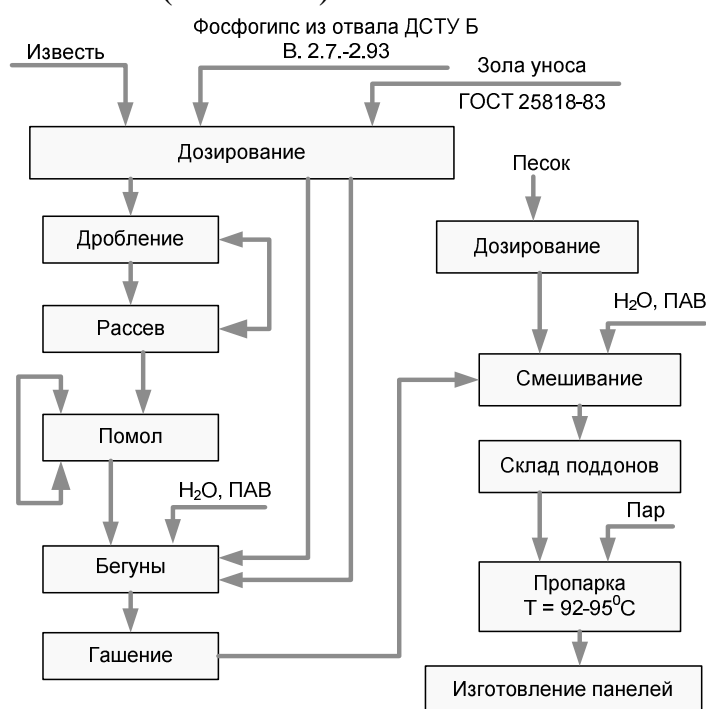


Рис. 7.7. Технологическая схема производства стеновых панелей из ФГ

Анализ данных *табл. 7.2* показывает, что непосредственное использование подобных шламов для получения материалов строительной индустрии по разработанным технологиям затруднено, т.к. оно возможно лишь при рН водной вытяжки $> 6,0$. Из-за повышенной кислотности ФГ и

высокого содержания фосфатов, он не может быть без дополнительной обработки использован для изготовления строительных смесей. Обработкой известковым молоком можно кондиционировать ФГ для получения нейтрального продукта (табл. 7.3).

Таблица 7.2

Химический состав ФГ

Компоненты, % масс.						Влага
SO ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	CuO	P ₂ O ₅	гигроскопическая
45,7	28,5	0,3	0,1	3,4·10 ⁻³	2,6	15,2
46,8	31,5	0,1	0,1	1,8·10 ⁻³	1,7	15,4
47,9	27,3	не обн.	< 0,1	1,5·10 ⁻³	1,7	12,5
41,3	30,1	0,05	0,3	3,2·10 ⁻³	2,1	15,5

Таблица 7.3

Результаты кондиционирования ФГ

Образец		Влажность	К-во СаО на нейтрализацию не менее, кг/т	рН водной вытяжки
1	1 а	0,1525	180	2,91
	1 б	0,1522		
2	2 а	0,1551	70	3,30
	2 б	0,1537		
3	3 а	0,1274	15	4,03
	3 б	0,1232		
4	4 а	0,1602	240	2,80
	4 б	0,1498		

Предлагаемый путь корректировки кислотности ФГ может быть реализован по отношению к уже накопленным отвалам (например, на участке подготовки материалов к производству стеновых панелей и непосредственно при образовании отхода. Последним вариантом не следует пренебрегать, т.к. это позволит отпускать возможным потребителям кондиционный ФГ (по ДСТУ Б В. 2.7-2.93). Результаты анализа проб фосфогипса приведены в табл. 7.4.

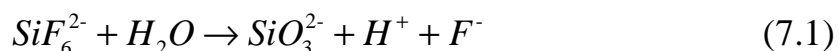
Таблица 7.4

Содержание растворимых соединений в ФГ, % масс.

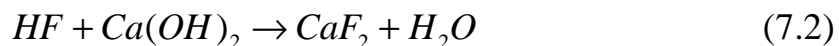
CaO	MgO	P ₂ O ₅	SO ₃	Fe ₂ O ₃
0,475	0,028	0,511	1,22	0,002
0,756	0,040	0,149	1,06	0,002
0,742	–	0,130	1,22	0,003
0,665	0,004	0,254	1,07	0,003
0,66	0,18	0,25	1,16	0,0025

Нейтрализация ФГ известковым молоком описывается реакциями:

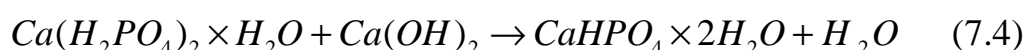
- при pH водной суспензии $\text{ФГ} > 4$, происходит гидролиз кремнефтористоводородной кислоты:



- фтористоводородная кислота реагирует с гидроксидом кальция:



- нейтрализация ионов ортофосфорной кислоты с образованием нерастворимых ортофосфатов кальция описывается следующими реакциями:



Для кондиционирования лежалого ФГ применяют известковое молоко с концентрацией CaO 100 г/дм³, приготовленное из извести строительной (по ГОСТ 9179-77, содержание $(\text{CaO} + \text{MgO}) > 80\%$). Расход извести, для кондиционирования лежалого ФГ, был определен экспериментально.

Возможно осуществление двух параллельных путей кондиционирования – при образовании отхода и для переработки лежалого ФГ (рис. 7.8)

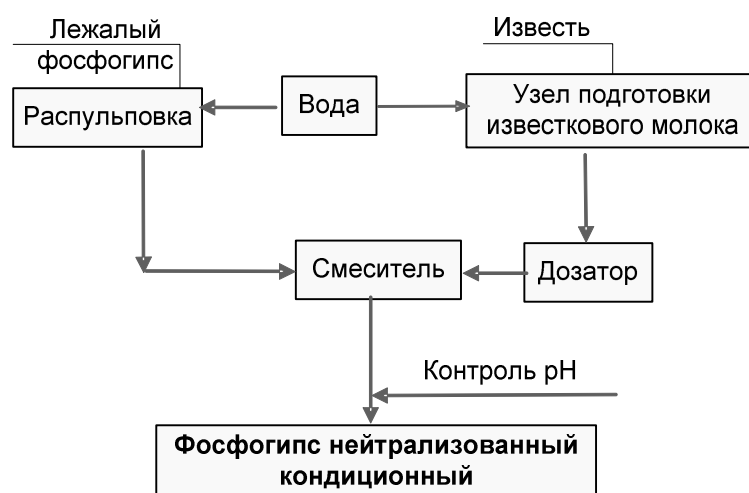


Рис. 7.8. Схема узла нейтрализации фосфогипса

7.2. Отходы нефтехимической и газовой промышленности

Современные темпы промышленного производства приводят к образованию различных отходов, в т.ч. НШ. Их накопление представляет собой серьезную экологическую проблему. Одним из методов переработки

таких отходов является крекинг с целью получения моторных и котельных топлив.

Составу НШ отвечают фракции C_{20} - C_{25} тяжелых углеводородов, определенных методом газовой хроматографии масс-спектрометрии. Содержание серы в них составляло 2,5-3,0%. Температура реактора при исследованиях поддерживалась в пределах 500-730°C. Время крекинга 150 г отходов – 40-200 мин, расход катализатора – 10 г на 150 г сырья. В качестве катализатора был использован природный алюмосиликат.

Процесс крекинга осуществлялся при различных условиях. Полученные продукты разделялись перегонкой на две фракции – при атмосферном давлении и вакууме. Состав продуктов переработки различных отходов приведен в табл. 7.5 и 7.6.

Таблица 7.4

Состав продуктов крекинга с $T_{кип} < 250^{\circ}C$, %

№ опыта	Отход	Алканы	Олефины	Арены	Сера
1	Нефтешлам	62,00	27,00	4,00	0,82
2	Каталитический нефтешлам	23,00	51,00	27,00	0,90
3	Каталитический нефтешлам и лигнин	24,00	31,00	44,00	0,94
4	Нефтешлам и крошка автошин	28,57	12,78	58,66	0,87
5	Нефтешлам, крошка автошин	21,82	19,37	59,43	0,51
6	Крошка автошин и ПЭТ	3,60	21,04	75,33	0,71
7	Крошка автошин	4,30	56,31	32,90	0,56

Таблица 7.5

Содержание серы в высококипящих фракциях с $T_{кип} < 250^{\circ}C$

№ опыта	1	2	3	4	5	6	7
Сера, %	1,10	0,78	0,38	0,43	0,88	0,82	0,67

Как видно из приведенных данных, нефтешлам дает алканы, а крошка автошин – oleфины и арены. Гидроаминирование аммиаком уменьшает содержание серы в низкокипящей фракции, увеличивая ее содержание в высококипящей. В случае крошки автошин низкое содержание серы в низкокипящей фракции по сравнению с остальными опытами объясняется образованием сероводорода в процессе крекинга. В опыте 6 наблюдается высокое содержание аренов за счет продуктов пиролиза ПЭТ.

В целом продукты крекинга с применением дополнительных методов по десульфурации могут быть использованы в качестве топлив.

По мере выработки минерального сырья с высоким содержанием полезных компонентов промышленность должна будет перейти на использование бедного и нетрадиционного сырья. Многие отходы могут являться сырьем для других производств. Высокая эффективность

использования побочных продуктов и отходов в перспективе приведет к значительному повышению их удельного веса в общем, балансе сырьевых ресурсов, что будет способствовать сбережению природного сырья и решению многих экологических вопросов.

В связи с этим эффективная утилизация ПО становится одной из наиболее важных проблем современности. На *рис.7.9* приведена схема образования ПО нефтегазовой отрасли и пути их использования [5,7,8].



Рис. 7.9. Отходы НПГ и НПЗ и пути их использования

Схема переработки НШ для получения минерального порошка для дорожного строительства приведены на *рис. 7.10*. Из жидких нефтешламов путем специализированной обработки можно получить углеводородное сырье, а из пастообразных – битум и компоненты топлива. На Лисичанском нефтеперерабатывающем предприятии («Линос») силами УкрНИИЭП проводятся работы по созданию системы управления промышленными отходами (СУПО) [5,10,11]. Функционирование ее соответствует требованиями международных стандартов ISO 14000. Разработанный метод выбора оптимального варианта обращения с ПО апробирован на примере нефтешламов НГДУ «Надвірнанафтогаз». На основе фактических данных построена математическая модель области эколого-экономического оптимума.

Весьма перспективным направлением утилизации целого ряда промышленных отходов является использование их в качестве техногенного сырья в производстве строительных материалов – одной из

наиболее ресурсоемких отраслей промышленности. За счет отходов промышленности строительных материалов Украины может покрыть значительную часть потребности в сырьевых ресурсах, которые во многих случаях уже технологически подготовлены – измельчены, обожжены и т.д.

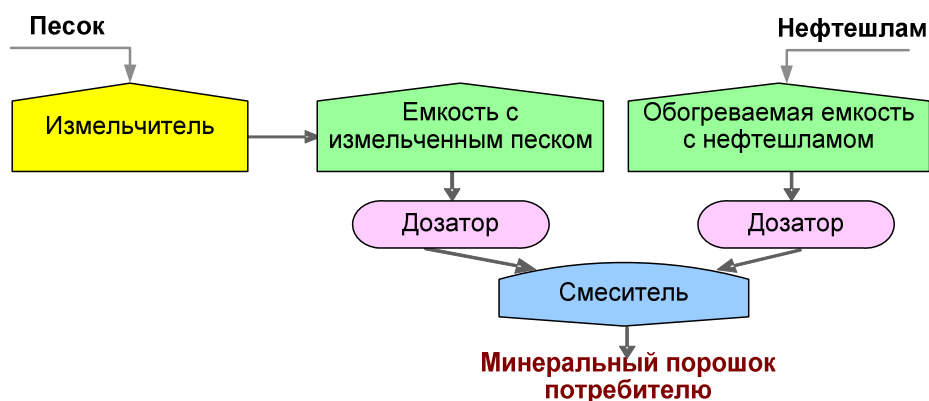


Рис. 7.10. Принципиальная схема переработки нефтешламов с получением минерального порошка для дорожного строительства

Использование промышленных отходов – перспективное направление снижения энергоемкости, уменьшения капиталовложений в отрасль, источник получения новых, эффективных видов строительных материалов и изделий, а также предотвращения экологической катастрофы, связанной с накоплением отходов и неограниченным разграблением недр.

Таким образом, внедрение новой технологии и оборудования передовых фирм на нефтеперерабатывающих и газоперерабатывающих предприятиях Украины (например, Яблоневском и Шебелинском газоперерабатывающих заводах) позволяет уменьшить или предотвратить образование отходов. Выбор природоохранных мероприятий проводится методом оптимизации возможных вариантов обращения с отходами на основе сравнительного эколого-экономического анализа по установленной группе показателей.

Группа возможных вариантов определяется графическим методом построения области эколого-экономического оптимума с учетом производства и стратегии развития конкретного предприятия. Дееспособность предложенного метода выбора природоохранных мероприятий обращения с отходами отработана методом проведения тестового эксперимента на примере нефтешламов по фактическим данным НГДУ «Надвірна нафтогаз».

Информационно-аналитическая система обращения с ПО нефтегазовой отрасли разработана с учетом специфики нефтегазового производства, необходимости комплексного подхода к решению экологических, технологических и организационных вопросов по уменьшению объемов образования и накопления ПО на предприятиях отрасли:

- использование информационно-аналитической системы обращения с отходами нефтегазового комплекса позволит комплексно решать проблему ПО на предприятии на основе эколого-экономических расчетов и использования природоохранных мероприятий;
- метод выбора природоохранных мероприятий обращения с ПО нефтегазового производства позволит выбирать оптимальный вариант уменьшения объемов их образования и накопления при условии минимальных экономических затрат и максимальной экологической эффективности;
- организация «Укрнафта» с целью автоматизации процесса экологической отчетности приняла общую структуру справочной системы учета отходов и выбросов со структурами блоков «Отходы», «Предприятие» и «Экологическая отчетность» из информационно-аналитической системы обращения с отходами нефтегазового комплекса.

Анализ экологической ситуации в районах деятельности нефтегазовых предприятий показал, что именно образование разнообразных по составу и физико-химическим свойствам опасных ПО является основной причиной вредного воздействия отрасли на ОПС.

Задача существенного улучшения экологической ситуации в районах деятельности нефтегазовой отрасли заключается в уменьшении количества ПО в многовариантном анализе при выборе оптимальных технических, технологических и организационных природоохранных мероприятий с учетом экономических показателей.

Эколого-технологические принципы обращения с ПО включают:

- комплексный подход к проблеме ПО с учетом многофакторности их характеристик и многовариантности путей решения проблемы минимизации объемов их образования и накопления;
- определение оптимальных форм управления экологической безопасностью производства при последовательном выборе вариантов обращения с ПО, отвечающих условиям эколого-экономического оптимума,
- создании отраслевой информационно-аналитической системы обращения с ПО, позволяющей проводить многовариантный и многофакторный анализ по выбору оптимальных форм управления экологической безопасностью производства с учетом эколого-экономической оценки природоохранных мероприятий.

Усовершенствованный метод оптимизации природоохранных мероприятий предполагает поэтапное проведение операций:

- анализ информационного материала по техническим и технологическим решениям и выбор из них группы возможных вариантов с учетом производственной деятельности предприятия;
- расчет для каждого варианта потерь предприятия при образовании

ПО;

- выбор вариантов на основе построения области эколого-экономического оптимума;
- расчет для них группы эколого-экономических показателей;
- выбор варианта по критериям оптимальности.

Промышленно-технологический комплекс «Крот» (ТУ 3618-006-11085815-02) и препарат «Эконафт-М» (ТУ 5744-001-1 1085815-2005) предназначены для химического обезвреживания и нейтрализации токсичных нефтемаслоотходов, а также отработанных масел, эмульсий, отходов лаков, красок, кислых гудронов и др. (рис. 7.11)



Рис. 7.11. Технологический комплекс «Крот» (г. Курск, РФ)

Технические характеристики смесителей «Крот»

Параметр	Крот-1	Крот-5	Крот-10
Производительность, т/час	0,5-1	3-5	5-10
Установленная мощность, кВт	15	15	15
Масса, кг	1325	1610	1895

Способ утилизации основан на свойствах оксидов минеральных сорбентов при гашении увеличивать удельную поверхность в 15-30 раз и превращаться в объемное вяжущее вещество с высокой абсорбционной способностью для высокомолекулярных веществ, в частности, для углеводородов нефти.

Нефтемаслоотходы обрабатывают препаратом «Эконафт-М» в специальном смесителе «Крот». В результате происходящих химических реакций нефтепродукты им адсорбируются с получением сухого, стойкого при хранении порошкообразного вещества – продукта утилизации нефтеотходов (ПУН), состоящего из мельчайших гранул, представляющих собой микрочастицы нефтемаслоотходов, заключенные в известковые оболочки – капсулы.

Эти капсулы равномерно распределены в массе образовавшегося продукта. Минеральный порошок «ПУН» используется в дорожном строительстве. Минеральный порошок «ПУН» применяется как добавка к

асфальтобетону, асфальтобетонные смеси имеют состав по ГОСТ 9128, для изготовления конструктивных элементов автодорог.

На *рис. 7.12* изображена мобильная установка по обезвреживанию опасных отходов на полигоне (США).

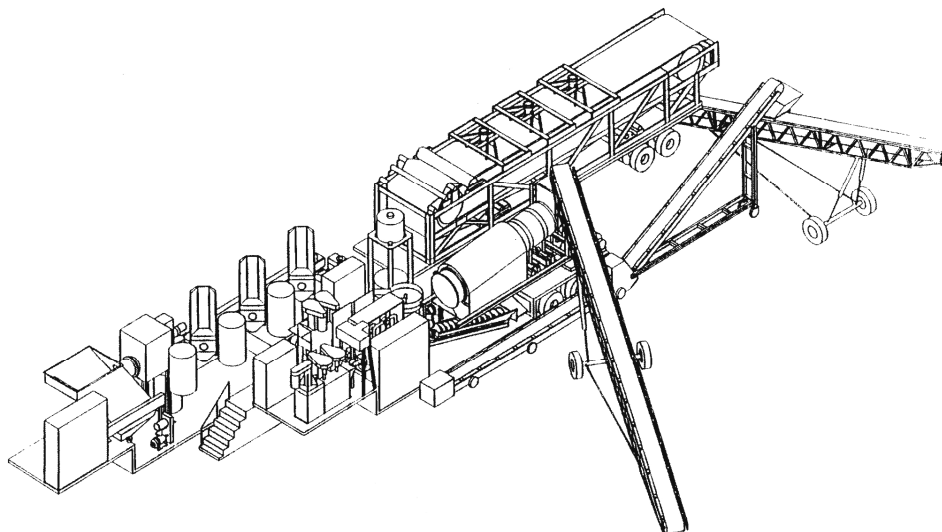


Рис. 7.12. Мобильная установка по обезвреживанию
ТО на полигоне (США)

Утилизация продукции ВПК

Известно, что задача утилизации порохов и зарядов в настоящее время весьма актуальна Украины и других стран СНГ. Представляется возможным применять их в качестве дополнительного топливного компонента в теплоагрегатах, использующих жидкое топливо. Безопасное сжигание такого рода компонентов возможно, например, в составе водотопливных эмульсий.

Необходимым условием этого процесса является гидрофильность утилизируемых компонентов, что позволяет применять их в жидкой фазе, например, в виде коллоидных растворов на водной основе с последующим эмульгированием с основным топливом, например мазутом.

Подача утилизируемых компонентов в виде растворов на водной основе с последующим эмульгированием обеспечивает однородность распределения компонентов в объеме основного топлива, позволяет избежать их воспламенения в мазутопроводе и замедлить скорость горения в факеле. Управление концентрацией компонентов в водомазутной эмульсии возможно за счет изменения доли компонентов в водном растворе, так и за счет изменения уровня водности эмульсии. В свою очередь, изменение содержания воды в эмульсии позволяет управлять процессом горения комбинированного топлива.

Вместе с тем наличие в топливе порохов и подобных им компонентов, не нуждающихся для горения в подводе внешнего окислителя, особенно оправдано в осевой области прикорневой зоны

факела, где сжигание топлива идет с недожогом из-за недостатка окислителя. В этом смысле пороха как дополнительный компонент могут увеличить полноту сжигания основного топлива и повысить эффективность топочного процесса за счет уменьшения избытка дутья.

Меньшая по сравнению с основным топливом теплотворная способность порохов компенсируется существенно большей скоростью горения, что обеспечивает высокое теплонапряжение в единице объема, ускоренный разогрев основного топлива в прикорневой зоне факела и повышение полноты сжигания основного топлива.

Экологические и экономические составляющие процесса могут быть описаны следующим образом. С одной стороны, продукты сгорания порохов содержат большое количество окислов азота. С другой стороны, повышение качества горения позволяет уменьшить избыток дутьевого воздуха без увеличения недожога и доли вредных выбросов в дымовых газах с одновременным снижением доли оксидов азота. Малые избытки воздуха обеспечивают понижение температуры точки росы дымовых газов и уменьшают потери тепла с дымовыми газами.

Технология утилизации порохов и зарядов путем сжигания в составе водотопливных эмульсий может быть реализована, в частности, на базе системы эмульгирования мазута, разработанной в Днепропетровском национальном университете.

7.3. Шламы целлюлозно-бумажных комбинатов и коммунального хозяйства

В Российской Федерации разработана технология остекловки шламов сточных вод промышленных и коммунальных предприятий замкнутого цикла. Утилизация шлама представляет собой серьезную проблему для предприятий, занятых очисткой сточных вод. Экологически безопасный метод остекловки позволяет превратить шлам в неактивные, пригодные к вторичному употреблению стеклопродукты.

Остеклование твердой фазы – это процесс плавления и отверждения глины и песка, содержащихся в шламе сточных вод промышленных и коммунальных предприятий.

Области использования стеклопродукта:

- пуццолановый цемент,
- абразивы,
- кровельная щебенка,
- керамическая напольная плитка,
- добавки к бетону,
- дорожное покрытие (щебень),
- прочие строительные материалы.

Инновационная технология остеклования включает сплавление

минерального содержимого шлама в стекольную массу, что позволяет избежать необходимости захоронения. Система производит сырье пригодное для использования в строительстве. Процесс остеклования не имеет аналогов среди технологий утилизации шлама.

Используемая печь компактна, эффективна, проста в эксплуатации, позволяет существенно сократить выбросы в атмосферу. Система остекловки замкнутого цикла представляет собой объединение двух технических решений. Во-первых, инновационным является запатентованный процесс Сжигания Замкнутого Цикла (рис. 7.13).

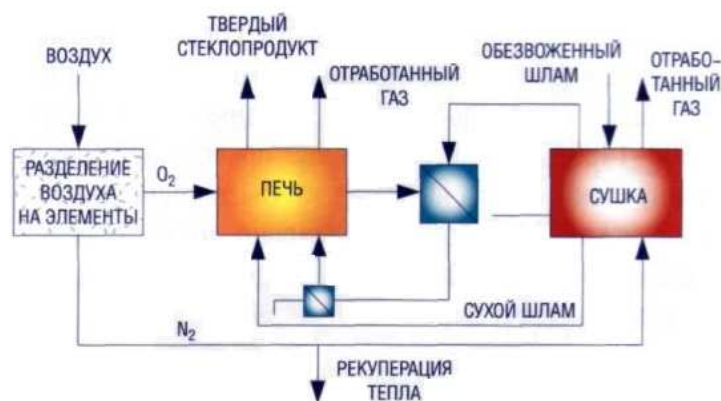


Рис. 7.13. Схема процесса остеклования осадков сточных вод

В процессе используется обогащенный кислород, что обеспечивает повышение температуры в печи, полное разрушение органических веществ и сокращает количество отработанных газов. Высокая температура позволяет полностью расплавить неорганические вещества и делает ненужным добавление дорогостоящего, требующего точной дозировки плавня (разжижителя).

Печь поставляется в собранном виде на одном грузовике. Модульная конструкция печи позволяет значительно сократить стоимость и сроки монтажа. Печь оснащена 3-мя отдельными, но взаимосвязанными зонами горения. 1 зона – собственно плавильная печь; 2 зона – зона фазового разделения; 3 зона – газоохладитель.

Исходный материал, предварительно высушенный на 90 или более процентов, вводится вместе с воздухом в камеру печи. Здесь происходит полное сгорание содержащихся в шламе органических веществ, сопровождаемое высвобождением значительного количества тепла, благодаря чему достигается средняя температура 1300-1480°C. Такое нагревание превращает золу в расплавленную стекломассу в ванне на дне печи. Высокотемпературный режим разработан специально, чтобы обеспечить полное разрушение всех органических веществ содержащихся в сырье.

Под действием силы тяжести стекломасса стекает через дренажное отверстие во вторую зону, так стекло отделяется от отработанного газа. Стекломасса попадает в охлаждающий сборник, где превращается в

твердый стеклопродукт. Через огнеупорную трубу разогретые газы отводят из второй в третью зону.

Газы отводятся из второй зоны при температуре 1300-1480°C. Охлаждение происходит путем добавления к ним газов с более низкой температурой, возвращаемых системой. Процесс позволяет обходиться без системы огнеупорных труб вне печи, а также предотвратить засорение труб размягченными частицами. Температура газа, выходящего из третьей зоны 370-760°C, в зависимости от количества охлаждающего газа. Более горячий отходящий газ повысит эффективность возврата тепла.

Раскаленные газы из 3-й зоны отводят в теплообменник для рекуперации тепла. Для данного проекта используется теплообменник типа "воздух-воздух", который позволяет направлять тепло непосредственно на сушку исходного материала. Несмотря на то, что большая часть неорганических веществ плавится в печи, поток газа может содержать пылевую фракцию. Эти частицы улавливаются тканевым фильтром, расположенным за бойлером. Вытяжной вентилятор создает необходимую тягу. Остекловочная печь замкнутого цикла оснащена проверенным оборудованием, готовым к эксплуатации.

Муниципальные и промышленные водоочистные системы производят большое количество шлама, который нуждается в утилизации. Компания «Майнерджи» (США) разработала инновационную технологию для извлечения минеральных веществ из шлама и превращения их в стекломассу, пригодную для вторичного использования (рис. 7.14-7.16).

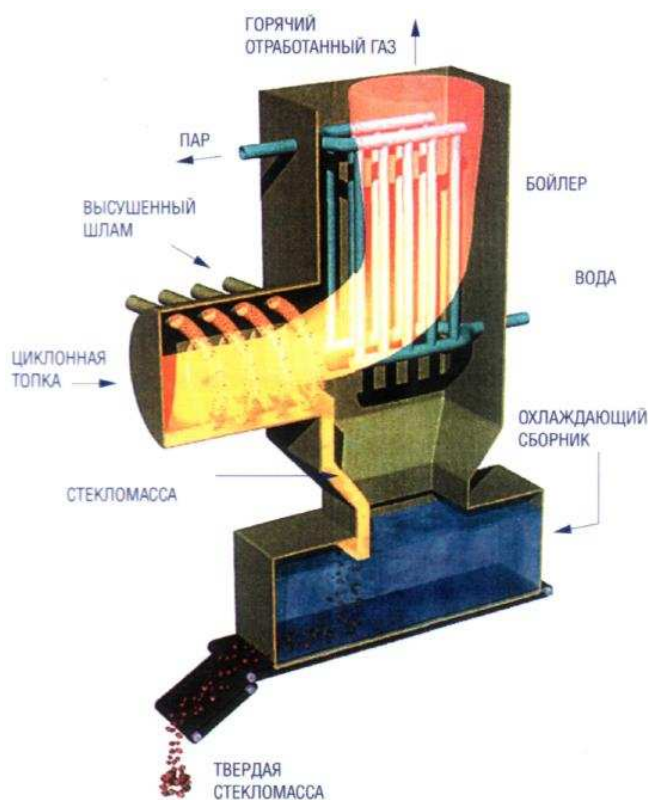


Рис. 7.14. Схема циклонной печи остеклования осадков сточных вод



Рис. 7.15. Процесс производства стекломассы из осадков сточных вод

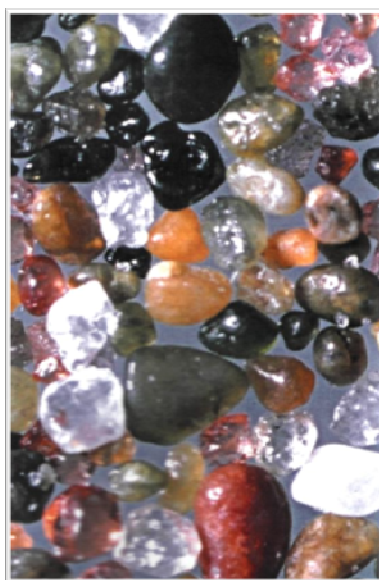


Рис. 7.16. Частицы остеклованной массы осадков сточных вод

Предлагаемый технологический процесс соответствует стандартам экологической безопасности. Органическое содержимое шлама распадается под действием высоких температур. Металлы, содержание которых в шламе невелико, стабилизируются в конечном продукте. Тесты на щелочь показали, что отработанная вода отвечает всем первичным и вторичным требованиям, предъявляемым к питьевой воде.

Обрабатываемый предложенным способом шлам выполняет в процессе две важнейшие функции. Во-первых, разложение органических веществ составляет значительную часть необходимой энергии. Во-вторых, минеральные вещества, извлеченные из шлама, могут использоваться повторно.

Альтернативный процесс преобразования отходов в стекломассу может принести огромную выгоду компаниям, занятым утилизацией

отходов, производством бумаги, водоочисткой, ремонтом и эксплуатацией коммунального хозяйства. Первый завод компания «Майнерджи» построила в г. Нинах, где шлак поставляется местными целлюлозно-бумажными комбинатами. Завод в г. Фокс Велли ежедневно обрабатывает 1300 т шлака (450000 т/год) при относительной влажности 60%. Технологии остекловки Майнерджи позволяют целлюлозно-бумажным комбинатам добиться снижения количества сбрасываемого в ОПС шлака.

Мощности завода позволяют перерабатывать весь целлюлозный шлак графства Виннибаго, то есть две трети производимого в стране и значительно больше, чем утилизируют муниципальные службы штата Висконсин. Переработка шлака в продукт пригодный к повторному употреблению позволяет ежегодно сохранить 10 акров зеленых насаждений, которые заняла бы свалка.

Отработанный пар завода используется близлежащим целлюлозно-бумажным комбинатом вместо устаревших, малоэффективных котлов, загрязняющих окружающую среду. Кроме того, уменьшение объема автоперевозок снизило количество выбросов в атмосферу.

По прибытии на завод самосвалы со шлаком взвешиваются для определения реального веса поставленного сырья. Затем шлак сбрасывается на пол, либо в специальный котлован, откуда конвейер доставляет его в силосный бункер вместимостью 2600 т. С помощью винтовых и ленточных конвейеров шлак из бункера направляют в сушилку.

Сушка замкнутого цикла улавливает водяной пар, полученный из шлака. Пар осаждается мокрым башенным конденсатором с насадкой. С целью повышения эффективности установки часть пара используется для сушки шлака. Барабанная сушка длиной 25,5 м может ежедневно обрабатывать до 1400 т шлака, снижая его относительную влажность с 60% до 10%.

Система винтовых конвейеров и пневмотранспорта направляет высушенный шлак из бункера в циклонный бойлер. Бойлер оснащен двумя печами, диаметром 2,1 м, где и происходит сжигание сухого шлака. Основной задачей при сжигании шлака является обеспечение температуры, достаточной для плавления шлака и получения конечного продукта.

Парогенератор состоит из котла, производительностью до 594 кг/ч пара давлением 24,5 ата при температуре 315°C. Система паропроводов направляет пар на близлежащий целлюлозно-бумажный комбинат для работы турбины и электрогенератора мощностью 4 МВт. Кроме того, оставшийся пар утилизируется полностью конденсационным турбинным генератором завода, вырабатывающим 6500 КВт электроэнергии.

Из нижней топки жидкая стекломасса попадает в охлаждающий сборник с водой, температура которой 60°C. Остывшая стекломасса

раскалывается на куски размером <1,5 см. На дне сборника находится мокрый скребковый конвейер, который собирает стекломассу и обезвоживает ее на подъемнике. Далее продукт помещается на погрузочную площадку, откуда его развозят грузовики.

Технология компании «Майнерджи» успешно реализуется на четырех промышленных предприятиях США в шт. Висконсин: завод по производству твердого стеклопродукта в Фокс Велли, завод в г. Нинах, опытная остекловочная установка в г. Виннесон, завод по утилизации песка плавлением на базе электродвигателей в г. Милуоки. Еще 4 завода находятся в стадии строительства.

ЛИТЕРАТУРА К РАЗДЕЛУ 7

1. Россман Г.И., Петрова Н.В., Самсонов Б.Г. Экологическая оценка рудных месторождений – М.: 2000. 91 с.
2. Касимов А.М., Александров А.Н. Предотвращение ущерба окружающей среде в районе размещения шламонакопителей промышленных предприятий.//Вісник Кременчуцького Державного політехнічного Університету. Наук.пр. Вип.2/2001 (11). С. 393-396.
3. Касимов А.М., Семенченко П.М. Оценка источников воздействия на окружающую среду со стороны крупного шламонакопителя металлургического завода// Вісник Кременчуцького Державного політехнічного Університету. Наук.пр. Вип.2/2001 (11). С. 421-426.
4. Касимов А.М., Семенов В.Т, Романовский А.А Промышленные отходы. Проблемы и решения. Технологии и оборудование. – Х.: ХНАГХ. 2007. 411 с.
5. Касимов А.М., Джафаров В.Ю., Носова А.В. Воздействие накопителей промышленных отходов на окружающую среду/Людіна і довкілля. Проблеми неоекології. Вип. 5. 2004, С. 64-67.
6. Касимов А.М., Романовский А.А. Мероприятия по снижению степени отрицательного воздействия на окружающую среду шламонакопителей промышленных предприятий//Вісник міжнар. слов'янського університету. – Х.: Сер."Технічні науки". Т.У11, 2004, №1, С. 37-40.
7. Касимов А.М., Леонова О.Е., Коваленко А.М. Новые технологии производства гипсовых вяжущих из фосфогипса// Экология.Зб.наук.пр. Східноукраїнського націон. університету ім. В. Даля, №1(3)/2005, Луганськ, 2005, С. 39-41.

8. Касимов А.М., Леонова О.Е. Техничко-економические показатели новых технологий утилизации фосфогипса//Вісник КДПУ, Кременчук. Вип. 2/2006. (37, ч.2), С. 128-129.
9. Касимов А.М., Леонова О.Е., Кононов Ю.А. Утилизация фосфогипса с получением материала для производства гипсовых вяжущих//Материалы !У Междунар. конф. «Сотрудничество для решения проблемы отходов».2007. –Х.: Экоинформ, С. 120-123.
- 10.Касимов А.М., Науменко И.В., Плющев В.В. Промышленные отходы в нефтегазовой отрасли: пути решения проблемы//Сб. статей IV Междунар. научно-практич. конф. «Проблемы сбора, переработки и утилизации отходов». – Одесса: ОЦНТЭИ, 2002, С. 160-164.
- 11.Касимов А.М., Науменко И.В., Пути решения проблем, связанных с образованием и накоплением отходов на предприятиях нефтегазовой отрасли//Междунар. конгресс и техническая выставка «ЭТВК-2001»:Экология. Технология. Экономика. Водопровод. Канализация. – Ялта. 2001, С. 265-266.

РАЗДЕЛ 8

ОТХОДЫ ПРЕДПРИЯТИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ ПЕРЕРАБОТКИ, УТИЛИЗАЦИИ И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ОТХОДОВ

8.1. Отходы гальванических производств

Особо сложную проблему технолого-экологического и санитарно-гигиенического характера представляют шламы гальванических производств, накапливающиеся на машиностроительных предприятиях Украины. Шламы гальванических производств представляют собой один из наиболее токсичных отходов производства. в то же время они являются весьма богатым по ведущим металлам (Cu, Zn, Ni, Co, Cr и др.) видом техногенного сырья.

Проблема переработки промывных вод и шламов гальванического производства продолжает оставаться актуальной для предприятий Украины и других стран. Анализ ситуации, сложившейся к 2004 г, показывает, что на большинстве предприятий Украины не полностью учтены возможности сокращения объема образующихся шламов и сточных вод, схемы утилизации шламов и промывки изделий не удовлетворяют современным эколого-экономическим требованиям.

Сточные воды гальванических производств содержат различные ионы тяжелых металлов и создают большие проблемы при очистке. Попадание таких стоков в городскую канализационную сеть не только нарушает работу очистных сооружений, но и приводит к накоплению загрязненного активного ила, дальнейшая утилизация которого затруднена или невозможна.

Утилизация гальванических шламов

При существующих технологиях выпуска продукции на предприятиях машино- и приборостроительного комплексов образуются гальванические шламы, которые накапливаются на их территориях и представляют серьезную экологическую угрозу. На 14 предприятиях г. Киева, имеющих участки химического покрытия, скопилось более 500 т гальванических шламов, что составляет около 30% общегородского объема накопления (1700 т на 80 предприятиях), причем это накопление имеет тенденцию роста (*рис. 8.1*).

Уменьшение объемов образования гальванических шламов в 1999 г. произошло вследствие закрытия одного из 10 предприятия и вывоза шлама за пределы района. В других больших городах Украины ситуация аналогичная. Удельный выход сточных вод из объектов гальванических

цехов и производств крупных предприятия, осуществляющих за год более 300 тыс. м³ гальванопокрытий, составляет 1,9, а для мелких – 6,5 м³ загрязненной воды на 1 м² гальванического покрытия.

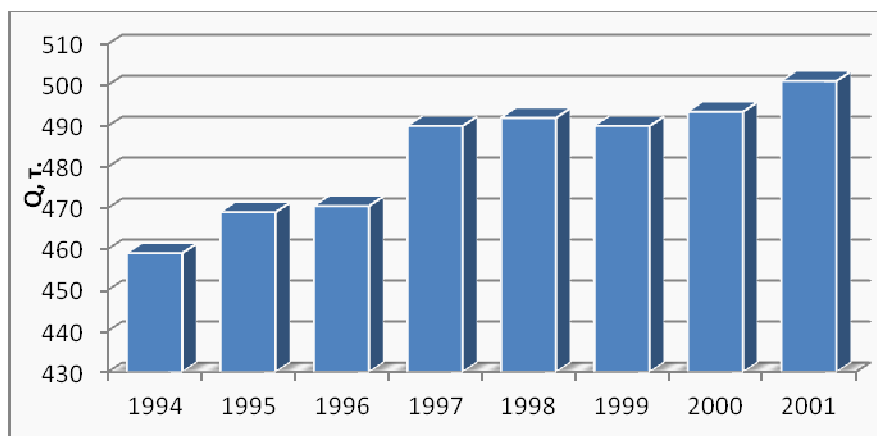


Рис. 8.1. Диаграмма накопления гальванического шлама на предприятиях Соломенского района г. Киева

Основными направлениями очистки сточных вод гальванических производств являются реагентный и электрохимические методы очистки, основанные на первичном разделении и очистке трех характерных стоков (хром, цианосодержащих и кислотнo-щелочного) с последующим объединением их в единый сток. Именно поэтому в состав гальванического шлама входят металлы трех и более видов, причем процентное содержание каждого компонента в большинстве случаев очень мало, что делает их извлечение экономически неоправданным. Кроме того, они содержат цветные и редкие металлы, утилизация которых затруднена вследствие их токсичности.

Традиционные методы определения эффективности очистки сточных вод гальванических производств имеют один общий принципиальный недостаток – они не оперативны. Анализ сточных вод является продолжительным и трудоемким процессом, поэтому превышение ПДК по ТМ может быть зафиксировано с опозданием.

Гальванические шламы поступают на станцию нейтрализации, а затем в ШН и не используются. Они накапливаются на территории предприятий ввиду своей токсичности. Предприятия платят крупные налоги за хранение ТО, в то время как разработаны технологии по извлечению почти всех металлов гидрометаллургическими методами с помощью водных растворов химически активных реагентов.

Хромсодержащие шламы, например, после сушки и прокаливания можно использовать в качестве красителей при производстве декоративного стекла. С их помощью получают: зеленый, ярко-синий, сине-зеленый, темно-коричневый, черный цвета.

Гальваношламы спекают с силикатами и используют для изготовления кирпича и черепицы высокого качества. Их можно добавлять

в асфальтобетон, использовать при изготовлении бетонных блоков, которые устойчивы к почвенной коррозии. Таким образом, техногенные отходы, образующиеся на машиностроительных предприятиях ряда областей Украины, можно эколого-экономически целесообразно использовать в качестве вторичных минеральных ресурсов.

В настоящее время продолжает возрастать потребность в разработке комплекса эффективных мероприятий по минимизации объемов и обезвреживанию стоков и шламов гальванического производства, включающего:

- методы сокращения объемов сброса разбавленных смешанных металлсодержащих сточных вод;
- вспомогательные операции по повышению концентраций ценных или токсичных компонентов в сточных водах и их разделению для обеспечения условий предварительной и конечной обработки;
- замену наиболее экологически опасных технологических процессов;
- мероприятия по локальной очистке стоков и/или извлечению из них ценных компонентов;
- использование ряда гальванических шламов в качестве сырья для производства комплексных лигатур.

Схемы локальной очистки стоков позволяют получать несколько видов шламов малого объема, сократить общий объем металлсодержащих сточных вод. Возникает возможность утилизации или регенерации шламов относительно простого состава, поэтапного решения проблем очистки стоков и переработки шламов.

Поступление больших объемов Ме-содержащих стоков гальванических производств машиностроительных предприятий на очистные сооружения коммунального хозяйства приводит к возникновению серьезных эколого-экономических, социальных проблем.

Предотвращение их сброса в городскую канализационную сеть обеспечит достижение следующих положительных результатов:

- возможность перерабатывать активный ил очистных сооружений, не содержащий токсичных соединений ТМ, в высокоэффективные удобрения для нужд сельского хозяйства;
- получение дорогостоящей и дефицитной импортзамещающей продукции в виде комплексных лигатур и ферросплавов для нужд металлургической промышленности;
- защиту от техногенного загрязнения ОПС и здоровья населения, т.к. существующие методы биологической очистки коммунальных городских стоков не позволяют извлекать из них ионы тяжелых металлов (Cu^{+1} , Cu^{+2} , Zn^{+2} , Cd^{+2} , Pb^{+2} , Ni^{+2} , Fe^{+2} , Fe^{+3} , $\text{Cr}^{+(4-6)}$), сорбируемых активным илом.

На отечественных машиностроительных предприятиях применяют в основном кислые, цианистые, щелочные и цинкатные электролиты, часто с добавлением различных ПАВ. В г. Харькове основное количество металлосодержащих стоков поступает из цехов таких крупных промышленных предприятий, как ХГАПП, «ФЭД», «Южкабель», ХЭМЗ, «Турбоатом», «Монолит», «Электротяжмаш», ХТЗ, ПО «Завод им. Малышева», завод им. Шевченко, «Хартрон», ГПЗ-8 и др.

Количество металлов (в пересчете), поступающих в канализационную сеть г. Харькова с промывными водами гальванических производств составляет ориентировочно, т/год: Cu – 60-70, Zn – 90-100, Ni – 70-80.

На сегодняшний день накоплен большой опыт использования эффективных технологий очистки сточных вод и выделения из них ценных компонентов. Внедрение таких технологий на заводах г. Харькова тормозится из-за комплекса нерешенных организационно-экономических проблем. Речь идет фактически об организации небольшого гидрометаллургического производства. Малотоннажная переработка лишь собственных отходов тяжелым грузом ложится на себестоимость основной продукции предприятия, не позволяя квалифицированно обслуживать современные технологические процессы.

Для комплексного решения проблемы гальванических отходов в сложившихся условиях необходимо оптимально разделить функции их переработки между заводами, где должны быть сосредоточены наиболее простые и надежные методы первичной обработки, и общегородским центром, который должен принимать от первичных источников загрязненных стоков металлосодержащие полуфабрикаты и заниматься их дальнейшим доведением до товарного вида.

В таком центре производство по разложению на составные части, например, гальванических шламов, уже не будет малотоннажным. Следовательно, его уровень рентабельности значительно повысится. Центр мог бы позволить себе содержать высококвалифицированный персонал для обслуживания, в частности, электромембранных установок экстракции цветных металлов из шламов и не нуждался бы в непрерывном авторском надзоре со стороны разработчиков.

С целью утилизации ценных компонентов из гальванических шламов машиностроительных и др. предприятий в лаборатории «Систем и методов управления промышленными отходами и выбросами в атмосферу» УкрНИИЭП разработаны способы и установки переработки гальванических шламов с получением комплексных лигатур (рис. 8.2).

После сушки и удаления основного количества содержащейся в шламах серы их подвергают восстановительному обжигу с использованием мелкодисперсного углеродистого восстановителя – отсевов кокса.

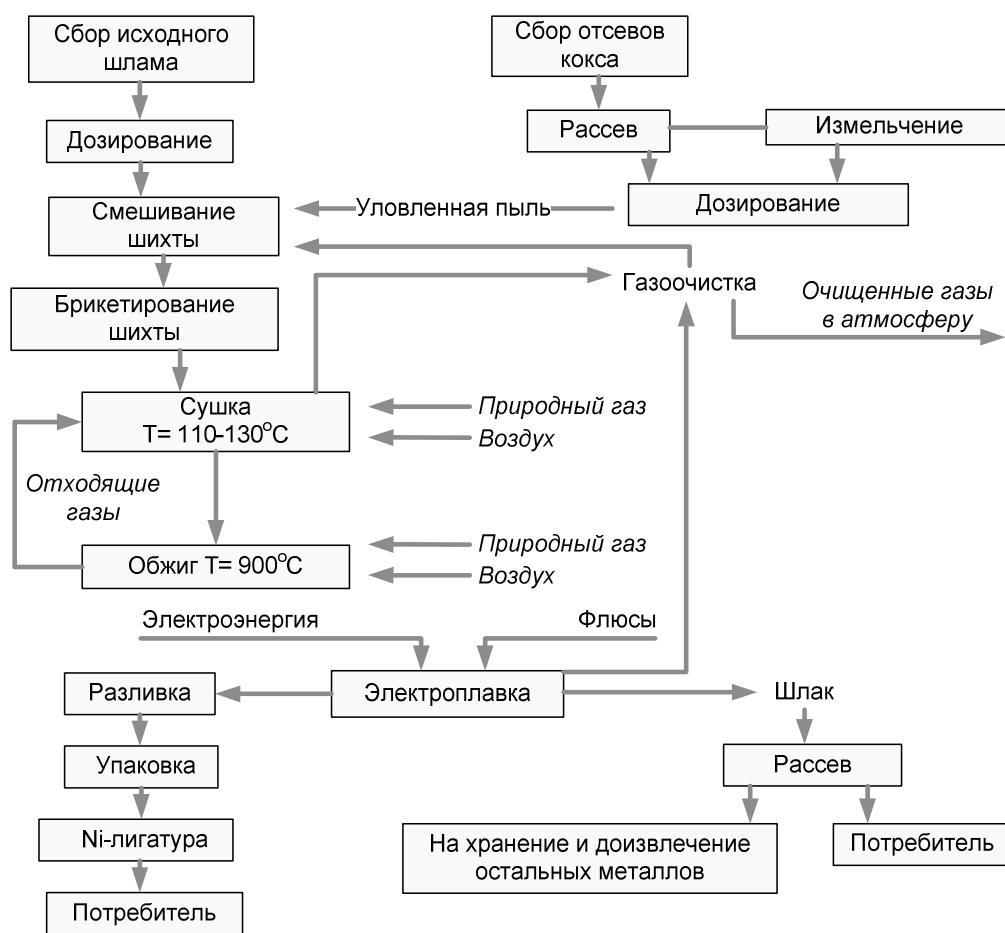


Рис. 8.2. Технологическая схема утилизации гальванических шламов с получением комплексной Ni-лигатуры

В результате этих термических процессов образуются следующие продукты: сульфат кальция, возгоны оксидов цинка и кадмия и коллективный концентрат, содержащий Cu, Ni, Cr, Fe. Указанный концентрат подвергают электрошлаковому переплаву с получением комплексных лигатур и шлаков (в зависимости от режимов электрошлакового переплава (ЭШП)).

Аппаратурная схема комплектуется серийным оборудованием, проста и надежна в эксплуатации, позволяет получить дорогостоящие и дефицитные сплавы и решить крупную экологическую проблему на предприятиях машиностроительного комплекса.

В исходном шламе должно быть не менее 10% никеля, не допускается содержание соединений хрома (VI), кадмия, радиоактивных компонентов и ртути. Партии шлама должны быть при необходимости усреднены.

Шлам, содержащий гидроксиды никеля, меди, цинка и железа, а также соединения хрома (III) сушат в барабанных сушилках при температуре 110-140°C совместно с добавкой коксовой мелочи фракции до 1 мм (ее количество определяется содержанием меди и никеля с учетом

концентрации цинка и железа). Отходящие газы очищают в рукавных фильтрах с импульсной регенерацией.

После сушки проводится восстановительный обжиг шлама во вращающейся печи, отходящие газы направляются на предыдущий этап – сушку в барабанных печах. Температура должна быть установлена экспериментально для конкретного вида шлама. После обжига смеси и охлаждения продукта проводится последняя операция – плавка в электропечи под флюсом для отделения лигатуры от шлака.

Готовый продукт – лигатура разливается в изложницы. Каждая партия анализируется на содержание легирующих и лимитируемых элементов. Шлак подлежит накоплению и является полупродуктом для извлечения других компонентов. Стоимость оборудования (основного) с газоочистками, аспирацией, водо-газо-электрообеспечением не превышает \$1,1 млн.

На *рис. 8.3* показаны существующие и перспективные методы очистки *Me*-содержащих сточных вод (см. также *табл. 8.1*). Для очистки травильных растворов и гальваносток с одновременной регенерацией растворенных ценных продуктов (серная кислота, железо, хром, никель, медь, цинк, кадмий, серебро и др.) перспективны методы, основанные на явлениях обратного осмоса, ультрафильтрации, ионном обмене.



Рис. 8.3. Существующие методы очистки сточных вод гальванических производств

Таблица 8.1

Методы очистки и обезвреживания жидких отходов

Метод	Область применения	Преимущества	Недостатки
Цианосодержащие жидкие отходы			
Обработка активным хлором (гипохлорит Na, хлорная известь)	Для стоков с разной концентрацией цианидов	Очистка до ПДК. Простота использования	Нет возврата воды в оборот, высокое солесодержание. Требуется реагентное хозяйство. Велики габариты установки
Обработка солями железа	Для отработанных растворов электролитов и цианосодержащих шламов.	Отсутствие дефицитных реагентов. Простота использования	Очистка не до ПДК. Большой объем осадка, сложность обезвреживания. Требуется точное поддержание pH
Обработка перманганатом калия	Для малых объемов стоков и обезвреживания отработанных электролитов	Очистка до ПДК. Возврат очищенной воды. Малый объем осадка	Высокая стоимость реагента. Требуется удаление токсичного MnO_2
Обезвреживание перекисью водорода	Для малых объемов стоков с концентрацией цианидов до 100 мг/дм^3	Очистка до ПДК без дополнительных ионов. Простота схемы. Отсутствие токсичного хлорциана	Сложность хранения реагента. Необходимость введения катализатора (медного купороса).
Обезвреживание озоном	Для больших объемов стоков с концентрацией цианидов до 100 мг/дм^3	Очистка до ПДК. Высокая окислительная способность озона. Возврат очищенной воды в оборот	Громоздкость оборудования. Необходимость ввода катализатора (ионов металлов) и перемешивания раствора
Выпаривание, вымораживание	Для стоков с высоким содержанием цианидов	Полное окисление цианидов	Громоздкость оборудования
Электролитическое окисление	Для стоков с высоким и средним содержанием цианидов	Простота управления и использования без дефицитных реагентов	Требуется дополнительное оборудование. Очистка не до ПДК.
Кислотное разложение и каталитический обжиг	Для стоков с высоким и средним содержанием цианидов	Возможна нейтрализация цианидов термического производства	Необходимость обработки щелочью стоков. Громоздкость и герметизация схемы
Ионообменная очистка	Для стоков с низким содержанием цианидов	Степень очистки позволяет регенерировать воду и вернуть в оборот	Дороговизна ионообменных смол. Требуется герметизация схемы при нейтрализации элюатов
Электрокоагуляция	Для стоков с расходом до $100 \text{ м}^3/\text{ч}$ и концентрацией цианидов до 150 мг/дм^3	Очистка до ПДК. Возврат воды в оборот без расхода реагентов. Малые габариты.	Двойная обработка в коагуляторе. Невозможность очистки без разбавления. Пассивация анодов
Хромосодержащие жидкие отходы			
Обезвреживание сульфитом, пиросульфитом, гидросульфитом Na	Для разных объемов стоков с различной концентрацией	Очистка до ПДК. Простота эксплуатации	Высокий расход реагентов. Загрязнение очищаемой воды. Потеря Cr. Нет возврата воды в оборот
Обезвреживание железным купоросом	Для малых объемов стоков с различной концентрацией	Очистка до ПДК. Высокая скорость восстановления $Cr(VI)$ до $Cr(III)$	Избыток реагента и большой объем осадка, сложность схемы. Окисление $Fe(II)$ до $Fe(III)$ при хранении
Обезвреживание перекисью водорода	Для высококонцентрированных стоков	Очистка до ПДК. Простота дозирования H_2O_2 . Возврат воды в оборот	Сложность хранения и высокая стоимость H_2O_2
Метод Ланси	Для снижения концентрации хрома	Простота метода без специальных устройств	Невозможность регенерации $Cr(VI)$

Метод	Область применения	Преимущества	Недостатки
Электрохимический метод	Для стоков с содержанием Cr(VI) 100-1000 мг/дм ³	Возможность очистки до 1 мг/дм ³ Cr(VI). Выход по току ~100%	Требуются дополнительные энергозатраты. Пассивация электродов
Биохимический метод	Для смеси хромовых и бытовых стоков с концентрацией Cr(VI) до 200 мг/дм ³	Очистка по ПДК. Малый расход энергии. Оборудование не требует химической защиты. Простота эксплуатации	Требуется точное поддержание температуры, концентрации Cr и биомассы. Нет регенерации Cr. Дефицит реагентов
Кислотно-щелочные и другие жидкие отходы			
Реагентный метод	Для стоков разных объемов с различной концентрацией загрязнений	Очистка до ПДК. Возможность очистки отдельных стоков и смеси. Легко автоматизируется. Стабильный процесс	Нет возврата воды в оборот, высокое соледержание. Невозможно извлечение осажденных ионов. Сложность схемы
Электрокоагуляция	Для Cr-стоков с расходом до 100 м ³ /ч и концентрацией Cr до 200 мг/дм ³	Очистка до ПДК. Возврат воды в оборот без реагентов. Малые габариты установки.	Высокий расход металла на растворимые аноды, их пассивация. Невозможность очистки стоков без разбавления
Электродиализ	Для локальной очистки стоков отдельных гальванических процессов.	Очистка до ПДК. Возврат очищенной воды и извлеченных ионов в оборот. Малые габариты, простая схема.	Высокий расход энергии. Необходимость очистки от механических и органических примесей перед диализом.
Обратный осмос и ультрафильтрация	Для локальных очисток стоков отдельных видов покрытий	Очистка до ПДК. Возврат воды и ионов в оборот. Экономия энергии. Простота схемы	Концентрационная поляризация. Нестойкость мембран после концентрирования
Ионный обмен	Для стоков с расходом до 500 м ³ /ч и содержанием Cr до 400 мг/дм ³ при раздельном и общем сбросе в канализацию	Очистка до ПДК. Возврат очищенной воды в производство. Возможность очистки смешанных стоков и селективного выделения ионов	Требуются предварительная очистка и герметичная схема. Образование элюатов, их дополнительное обезвреживание. Дефицитность смол.

Из всей совокупности ПО утилизация жидких отходов сопряжена с наибольшими материальными и энергетическими затратами.

На *рис. 8.4* представлена аппаратурно-технологическая схема ионообменной установки очистки промывных вод гальванического производства от ионов хрома. На всех машиностроительных предприятиях г. Харькова имеются заводские очистные сооружения, работающие по принципу реагентной очистки. На таких очистных станциях гальванические стоки смешивают, нейтрализуют различными реагентами, выводящими ТМ в осадок, который представляет собой гидроксиды. Осадок накапливается в виде шлама, который в настоящее время не утилизируется. Кроме того, часть ТМ «проскакивает» через заводские станции нейтрализации из-за нестабильности концентрации загрязнителей и попадает в городскую канализационную сеть.

Первичная очистка сточных вод на заводах должна включать смешивание промывных вод, их реагентную нейтрализацию и отделение шлама гидроокисей. Этот шлам в дальнейшем вместе с

концентрированными отработанными растворами направляется на выделение ценных компонентов в городской центр очистки. Очищенная от ионов и осадков ТМ промывная вода затем подвергается мембранному обессоливанию и возвращается на промывку деталей после гальванических покрытий.

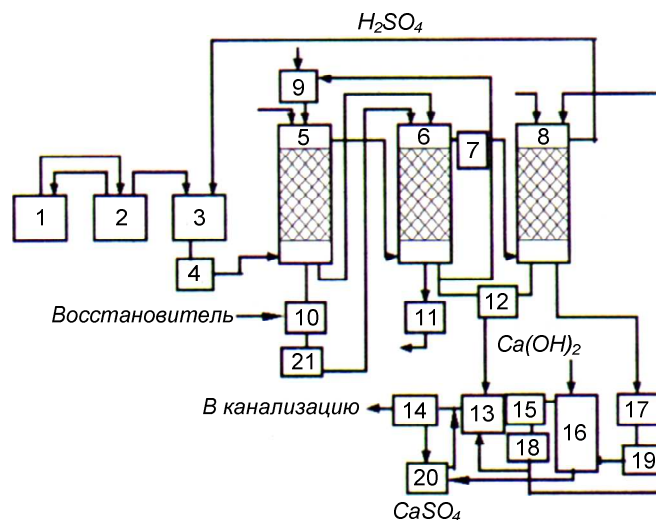


Рис. 8.4. Аппаратурно-технологическая схема ионообменной установки очистки промывных вод гальванического производства от ионов хрома

1 – ванна хромирования; **2** – ванна улавливания ионов металлов; **3** – ванна промывки деталей; **4, 18, 19, 21** – центробежные насосы; **5** – катионообменный фильтр; **6** – анионообменный фильтр (А1); **7** – сигнальный блок; **8** – анионообменный фильтр (А2); **9** – расходный бак кислоты; **10** – бак раствора восстановителя; **11** – резервуар сульфата хрома; **12** – усреднитель промывных вод; **13** – нейтрализатор; **14** – тонкослойный отстойник; **15** – бак известкового молока; **16** – реактор; **17** – бак отработанного регенерационного раствора; **20** – фильтр-пресс

Проведенные исследования гальваношламов машиностроительных предприятий Сумской области показали их исключительное разнообразие по составу и количеству химических элементов, обнаруженных в результате спектрального анализа проб.

Чаще всего в гальваношламах встречаются хром, никель, цинк, медь, кадмий (до 10 г/кг и больше). Это говорит о том, что электролиты используют, скорее всего, с невысоким коэффициентом полезного действия, хотя отработанные электролиты, содержащие цветные металлы, можно регенерировать и вновь использовать.

Разработка комплекса эффективных мероприятий по минимизации объемов и обезвреживанию стоков и шламов гальванического производства, включающего:

- мероприятия по сокращению сброса смешанных сточных вод,
- вспомогательные операции по повышению концентраций компонентов в сточных водах и их разделению для обеспечения условий предварительной обработки,

- замену наиболее экологически опасных технологических процессов,
- мероприятия по локальной очистке стоков и/или извлечению из них ценных компонентов,
- использование ряда гальванических шламов в качестве сырья для производства комплексных лигатур.

Схемы локальной очистки стоков позволяют получать несколько видов шламов малого объема, сократить общий объем сточных вод. Возникает возможность утилизации или регенерации шламов относительно простого состава, поэтапного решения проблем очистки стоков и переработки шламов.

Объединенные промышленные стоки гальванических цехов представляют настолько сложную смесь всевозможных химических соединений, что выделить из нее какой-либо компонент не всегда возможно. Поэтому утилизация отходов гальванического производства до настоящего времени ограничивалась лишь созданием станций нейтрализации.

Практика эксплуатации таких станций убедительно показала, что сами по себе очистные сооружения не решают в полной мере проблем обезвреживания. Увеличение срока службы гальванических ванн, в первую очередь, достигается за счет регулярной корректировки состава рабочих растворов по основным и дополнительным компонентам.

Значительное влияние на выход качественной продукции и продление сроков службы гальванических ванн оказывает чистота электролитов. В процессе работы происходит неизбежное накопление шламов. Очистка растворов от механических примесей осуществляется периодическим или непрерывным фильтрованием.

На практике целесообразно использовать систему непрерывного фильтрования, что позволяет достигнуть не только постоянства степени чистоты электролита, но и равномерности концентрации раствора по всему объему за счет циркуляции рабочей жидкости.

Помимо механических загрязнений в электролитах по мере выработки накапливаются посторонние примеси. Они загрязняют электролит, делают его непригодным к работе. Для перевода примесей в нерастворимую форму необходимо периодически добавлять соответствующие реактивы.

Регенерация электролитов осуществляется только в том случае, если вышеперечисленные методы уже недействительны. В зависимости от состава загрязнений может производиться регенерация либо одного профилирующего компонента, либо всей системы в целом.

Заключительным этапом технологии замкнутого цикла является дифференцированная нейтрализация промышленных стоков, предусматривающая максимальное извлечение продуктов электролиза и

возврат очищенной воды в производственный цикл. Отказ от нейтрализации объединенных промышленных стоков и индивидуальная обработка отработанных электролитов позволяют получать осадки с высоким содержанием редких и цветных металлов.

С целью утилизации ценных компонентов из гальванических шламов машиностроительных и др. предприятий в лаборатории «Систем и методов управления промышленными отходами и выбросами в атмосферу» УкрНИИЭП разработаны способы и установки переработки гальванических шламов с получением комплексных лигатур (рис. 8.5).

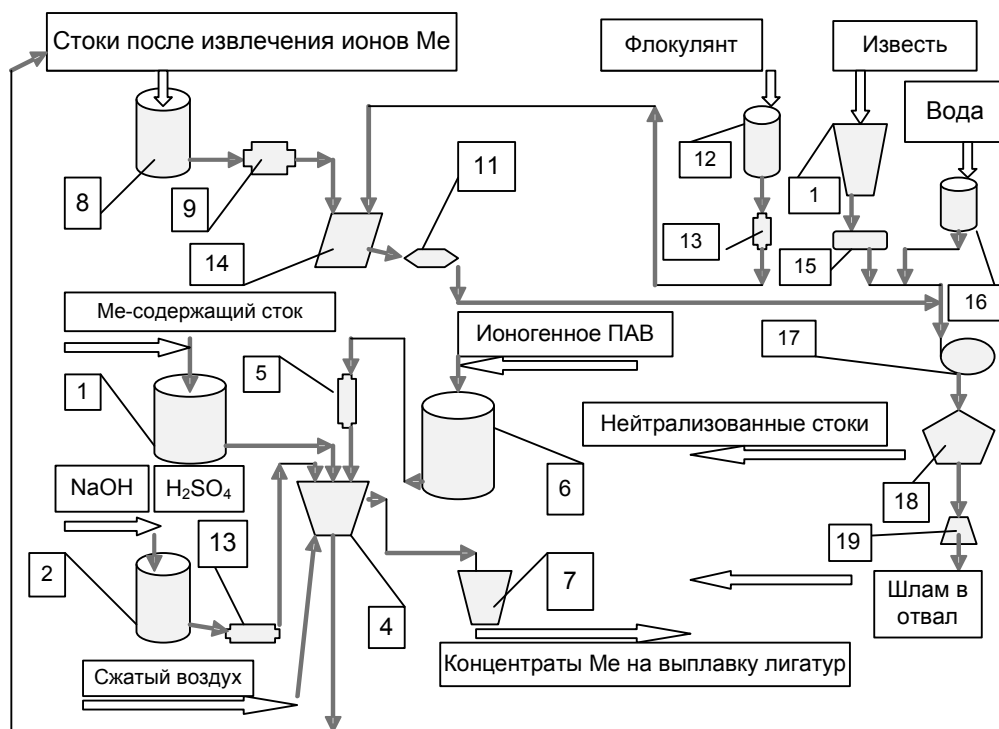


Рис. 8.5. Аппаратурно-технологическая схема установки по извлечению соединений тяжелых и жидких металлов из промывных вод и технологических растворов гальванических производств

- 1 – сборник исходного раствора; 2 – сборники реагентов для корректировки pH исходного раствора; 3, 5, 9, 13 – насос-дозатор; 4 – реактор с мешалкой и барботажом сжатого воздуха; 6 – сборник ПАВ; 7 – бункер металлоконцентратов; 8 – сборник деметаллизированных стоков; 10 – сгуститель-отстойник; 11 – шламовый насос; 12 – сборник флокулянта, 14 – бункер извести; 15 – весовой дозатор извести; 16 – емкость технической воды; 17 – реактор-смеситель; 18 – барабанный фильтр; 19 – бункер отвального шлама

8.2. Переработка изделий военной техники

Особо важной для машиностроения является проблема утилизации военной техники и оборудования. Институт "Стальпроект" (г. Москва) в сотрудничестве с рядом других предприятий РФ разработал концепцию утилизации тяжелой бронетехники, в т.ч. танков. Известно, что попытки

создания специального плавильного агрегата большой емкости не привели к успеху в силу принципиальной сложности и необходимости огромных инвестиций в исследовательские и проектные работы в данной области.

Применение таких способов разделки крупногабаритных изделий, как кумулятивный взрыв, гидроруч, плазменная резка, не нашли распространения в силу экономических, технических и экологических проблем.

В то же время количество списанных танков измеряется десятками тысяч штук, при этом ресурс вторичных металлов в одном танке оценивается в 20 т броневых листов, около 0,5 т алюминия, около 30 кг меди. Значимость утилизации брони определяется тем, что она содержит 1-2% никеля, около 1,5% хрома, около 0,5% молибдена, другие ценные легирующие элементы.

Вовлечение в коммерческий оборот такой совокупности ресурсов является исключительно важной задачей национального масштаба. Подобные проблемы характерны для практически всех стран бывшего СССР.

Концепция создания цеха разделки и утилизации танков (ЦРУТ) основывается на следующих принципах:

- повышение производительности в сравнении с газовыми резаками и бензорезом;
- оптимальное сочетание различных физических методов раскроя материалов, минимизирующие затраты;
- создание механизированных участков;
- комплексная утилизация всех вторичных черных и цветных металлов;
- защита воздушного и водного бассейнов от выбросов;
- оптимизация емкостей переплавных печей в увязке с размерами кусков лома;
- предварительный экологически чистый нагрев лома перед плавкой;
- минимизация транспортных затрат.

Рассмотрим состав ЦРУТ в варианте привязки его к действующему металлургическому производству. В этом случае в цехе размещается основное оборудование: стенд первичного обжига, стенды контактно-дуговой резки (КДР), плазматоры для плазменно-дуговой резки (ПДР), газовые резаки (ГР), оборудование для электродуговой резки, стенд экологически чистого нагрева стального лома, печь для переплава алюминия, печь для переплава меди, разливочная машина, оборудование для утилизации редких и драгоценных металлов.

Цех оборудован системами аспирации, вентиляции, газоочистки, водоочистки, энергетической, водоснабжения, АСУП. К ЦРУТ примыкает железнодорожная ветка, имеются участки складирования сырья и продукции. Принципиальные решения заключаются в том, что

оптимизация резки исходит из диапазонов толщин брони: КДР башни и лобовой брони более 65 мм, ГР в диапазоне 35-65 мм, ПДР в диапазоне менее 35 мм. ЭДР в труднодоступных местах. При раскрое танка на фрагменты не более 500x50x800 мм КДР выдает 44 куска, ПДР – 93 куска.

КДР осуществляется на специальном стенде графитовым инструментом с подачей воды в зону реза при мощности трансформатора 250 кВА. Продолжительность резки одного танка 12 ч, расход энергии – 850 кВт·ч. ПДР осуществляется серийным воздушным плазмотроном прямого действия мощностью 90 кВт. Общее время реза плазмотрона на одно изделие – 14ч., расход электроэнергии – около 250 кВт·ч. Работа 2-х стендов КДР и участка ПДР требует подачи 1м³/ч воды.

В настоящее время выполняется ТЭО строительство ЦРУТ на 12 тыс. т/год стального лома. Оценка затрат в ЦРУТ показывает, что цена лома будет соответствовать средней цене на углеродистый стальной лом, при расходе на резку порядка \$30/т. Удельные капиталовложения в комплекс резки оценивается в \$27/т.

Одним из компонентов, содержание которого в ПО машиностроения постоянно увеличивается, является отработанная кабельно-проводниковая продукция (КПП), предназначенная для подачи электрической энергии к потребителям.

По данным Госкомстата Украины, в период с производство кабельных изделий с медной жилой составляет около 150 тыс. т в год. Ориентировочные объемы образуемых ежегодно отходов пластических материалов только от этих кабелей составляют более 45 тыс. т. Срок службы КПП – около 16 лет. В связи с наметившимся ростом объемов производства КПП будет наблюдаться рост объемов лома и отходов пластмасс, обусловленный истечением срока службы КПП.

Анализ существующих технологий переработки КПП показывает, что в настоящее время как за рубежом, так и в Украине предпочтение отдается технологиям, предусматривающим полное дробление кабельного лома до гранулированного состояния и последующую сепарацию полученной в результате дробления смеси компонентов. Существует большое количество технических решений, суть которых состоит в том, что переработка КПП осуществляется на линиях «дробления – сепарации».

В случае полного дробления кабеля до состояния мелкой фракции возникают практически непреодолимые трудности, связанные разделением поливинилхлорида и полиэтилена, что объясняется близостью их физических свойств.

На предприятии «Цветмет» разработана и внедрена новая технология переработки многокомпонентного, сложного лома и отходов кабельно-проводниковой продукции. Суть ее состоит в исключении из технологического процесса операций дробления и сепарации и уменьшении количества единиц сложного оборудования по сравнению с

известными способами переработки. Это достигается за счет следующего:

- кабельный лом и отходы рубятся на куски, причем их длина кратна минимальной, при которой возможно повторное использование проволок брони;
- раскрытие брони выполняется механически вдоль длины разрезанием оболочек, которые прикрывают броню кабеля;
- разрезанные поливинилхлоридная и полиэтиленовая оболочки вручную отделяются от кабеля и одна от другой и складываются в отдельные контейнеры.

Разрезание последующих оболочек выполняется после снятия проволок брони и складирования ее в соответствующий контейнер. Все последующие оболочки разрезаются вдоль длины и отделяются одна от другой ручным визуальным способом на сортировочном столе, после чего складываются в соответствующие контейнеры. Фазная изоляция проводника тока снимается вручную после раздавливания ее на вращающихся вальцах, на которые для увеличения захвата провода нанесены насечки.

Полимерная изоляция разделяется на две части путем воздействия сжимающей нагрузки, величина которой достаточна для пластического (необратимого) деформирования изоляции, при этом металлический провод не деформируется.

При переработке кабеля типа МПЭВК 1 X4х 1,2 по разработанной и внедренной в ОАО ЮВРПО «Цветмет» технологии с каждой т переработанного кабельного лома было получено: 560 кг стальной оцинкованной проволоки; 101 кг алюминия; 54 кг меди (медная фольга и медная токопроводящая жила); 117 кг поливинилхлорида; 155 кг полиэтилена и 5 кг капроновой нити.

Техническими результатами такой технологии являются:

- получение незасоренных компонентов, что снимает ограничения на пути их вторичного использования;
- комплексная глубокая переработка кабельного лома и отходов;
- экономия энергоресурсов;
- защита ОПС от вредного воздействия отходов.

8.3. Переработка автомобильного лома

Автолом можно отнести к многотоннажным крупногабаритным отходам потребления. До последнего времени проблема автолома в стране не была актуальной главным образом вследствие относительно небольшого количества автомобилей, находящихся у физических лиц и выпускаемых отечественной промышленностью.

В последние годы положение в рассматриваемой области резко изменилось. После 1992 г. в страну поступило и продолжает поступать

большое количество бывших в эксплуатации легковых машин иностранного производства, что привело к резкому росту автомобильного парка и заметно осложнило экологическую обстановку.

Поскольку вышедшие из употребления автомобили представляют, с одной стороны, экологическую опасность (содержат опасные отходы: масла, антифриз, свинец и кислоту в аккумуляторах, бензин и др.), а с другой стороны, являются потенциальным источником вторичного сырья (прежде всего черных и цветных металлов). В настоящее время переработка и утилизация автолома является одной из актуальных задач в сфере управления отходами.

Техника и технология, применяемая для переработки автолома, может быть также использована для разделки и переработки крупногабаритных металлосодержащих отходов потребления, отслуживших свой срок в быту (холодильники, стиральные машины, газовые плиты, детские коляски, велосипеды и т.п.). При этом может быть организована совместная переработка автолома и селективно собранных крупногабаритных металлосодержащих отходов потребления по единой универсальной технологии на одном и том же предприятии.

Сбор и переработка отслуживших свой срок автомобилей во многих странах представляет актуальную проблему как по экологическим (ликвидация «кладбищ» автомашин), так и по ресурсным (утилизация содержащихся в автоломе материалов) соображениям. Как следует из практического опыта, переработка автолома наиболее рентабельна для автомобилей, проработавших не более 10 лет, легко демонтируемых, с относительно небольшой номенклатурой используемых материалов.

Сведения о количестве отслуживших свой срок автомобилей, поступивших на специальные установки для переработки в различных странах, приведены в *табл. 8.2* (по годам). Степень повторного использования материалов старого автомобиля определяется качеством и составом этого материала, а также применяемой технологией.

Таблица 8.2

Количество поступивших в переработку автомобилей (тыс. шт.)

Страна	Год					
	1960	1970	1980	1985	1990	2000
США	-	9000	7000-9000	10000	10000	-
Великобритания	-	700	-	-	-	-
ФРГ	200	900	1500	1200-1500	2000	3000
Нидерланды	-	-	36	-	-	-
Япония	-	-	-	2000-3000	-	-

Уже в середине 80-х гг. XX в. в США действовало около 180 установок по переработке автолома суммарной производительностью около 10 млн. т/год; в Канаде – 20 установок суммарной

производительностью около 1 млн. т/год; в Западной Европе – около 50 установок (в т.ч. в ФРГ – около 30). Например, в США, автомобили были основным источником черного и цветного металлолома; автолом по количеству регенируемого из него алюминия стоит в США на втором месте после банок из-под напитков (по данным фирмы «Aluminium Co of America», в США из автолома извлекают около 70% содержащегося в нем алюминия).

При переработке автолома пока еще обращается должное внимание именно на металлы. По данным германской практики, при переработке утилизируется 71% автолома (69% составляют черные металлы, 2% – цветные металлы), 29% (50 тыс. т/год) отправляется на свалку (преимущественно неметаллические детали).

В Германии к 2015 г. планируется вовлечь в переработку 95% всех отслуживших свой срок автомобилей и при этом возвращать во вторичное использование 98-100% стали, 98-100% чугуна, 95% алюминия, 95% свинца, 60% меди и 5-10% пластмасс. По прогнозам, к 2015 г. выход отходов переработки автолома снизится до 5%. В табл. 8.3 приведен вещественный состав дробленого автолома.

Таблица 8.3

Вещественный состав дробленого автолома, % масс.

Наименование компонента	США	Германия
Металлы	75	65-84
Неметаллы	25	16-35
Черные металлы	-	67-75
Цветные металлы (без алюминия)	-	3,2-8
Алюминий	-	2,2-6
Стекло	-	3
Резина	-	7
Пластмасса	17	6-25

Вещественный состав дробленого автолома детально изучен Горным бюро США. Изучали отслужившие свой срок 15 автомобилей производства США и несколько машин Японии, поступивших на внутренний рынок США (модели Honda, Datsun, Nissan, Toyota).

Перед дроблением с машин снимали аккумуляторы, топливные баки, шины; дробленый автолом разбирали вручную. Как показала разборка, автолом содержит 76% черных металлов, 6% цветных металлов и 18% неметаллических материалов. Установлено, что цветные металлы в основном представлены свинцом аккумуляторных батарей. Наибольшую ценность в автоломе представляют металлы, в первую очередь цветные (данные о содержании различных цветных металлов в автомобиле приведены в табл. 8.4).

В середине 80-х гг. XX в. около 4% общей массы автомобиля в США

приходилось на алюминий (усредненные данные по массе алюминиевых деталей в конструкции автомобилей разных лет приведены в *табл. 8.5* (по годам)).

Таблица 8.4

Содержание цветных металлов в автомобиле, %

Страна	Медь и ее сплавы	Цинк	Алюминий	Свинец
США	0,9	1,56	1,4	0,6
Европейские страны	1,0	2,1	1,9	0,7
Германия	2-10	6-15	до 40	2

Таблица 8.5

Содержание деталей из Al в конструкции автомобилей США, кг.

1960	1975	1985	1990	1995	2002
24,5	31,8	39,5	59,4	66,5	94,0

С технологической, экономической и экологической точки зрения наиболее предпочтительны автомобили, состоящие на 30% из алюминия. Вместе с тем зачастую из автолома (после дробления до размера 150 мм) извлекают только черные металлы, остальное направляется на свалку.

О составе отходов переработки автолома после выделения из него черных металлов можно судить по данным германской практики: после магнитной сепарации остается 25-33% немагнитной фракции, содержащей 2-10% меди, до 2% свинца, 40% алюминия.

В качестве примера можно рассмотреть комбинированные процессы на технологических линиях фирмы «Lindemann Maschinenfabrik», Дюссельдорф, ФРГ. На установки поступает 1,5 млн. шт./год легковых автомобилей, мопедов и холодильников общей массой 1,2 млн. т. Дроблению подвергают 95% изделий. Дробленый лом содержит около 4,6% цветных металлов, в т.ч. 2% Al, 1% Cu, 1,1% Pb, 0,5% Zn.

Дробленый лом подвергают воздушной и магнитной сепарации. Хвосты магнитной сепарации содержат 35-65% цветных металлов (из них 50% Al), остальное – резина, пластмассы и др. Затем хвосты магнитной сепарации поступают на грохочение в барабанные грохоты с выделением фракций: -10 мм; +65 мм; -65+30 мм. Фракции -10 мм и -30+10 мм подвергают воздушной сепарации для отделения от металлов резины, синтетических материалов и т.п.

Хвосты магнитной сепарации представляют собой коллективный концентрат цветных металлов. Он содержит, % масс.: 47 – Al, 36 – легированной стали, латуни, Cu, Zn. Легкая фракция аэросепарации поступает на электродинамическую сепарацию, концентрат которой содержит, % масс.: 86 – Al; 6 – цветных металлов; 8 – резины.

Широкое распространение в ЕС и США получил метод обогащения автомобильного лома в тяжелых суспензиях. Технология запатентована в Нидерландах, США, Великобритании, Германии, Франции. Степень извлечения алюминия при использовании данной технологии составляет 90%, остальных цветных металлов – 95%.

Подобные установки действуют в гг. Роттердаме, Дуйсбурге, Франкфурте, Гревенброке, Шеффилде и ряде др. городов. В ФРГ в производство возвращают около 40% пластмасс с отработавших автомобилей, используемых для изготовления бамперов и др. деталей. На *рис. 8.5* и *8.6* приведены общие виды узла первичной перегрузки автолома на одном из предприятий США и установки разделки автомобилей в Германии.



Рис. 8.5. Общий вид узла первичной перегрузки автолома

В процессе эксплуатации минеральные масла, входящие в состав СОЖ, утрачивают свои первоначальные свойства и подлежат замене свежими. Регенерация отработанных масел (в том числе масел, растворенных в эмульсии) осуществляется различными способами:

- жидкостной экстракцией с использованием гидроокисей в качестве экстрагентов;
- термической обработкой при температуре 300-400°C и последующая гравитационная сепарация;
- обработкой активированной отбеливающей глиной;
- ультрафильтрацией через мембрану, проницаемую для углеводородов и задерживающую взвешенные в масле примеси, в частности, соединения металлов.

Регенерация масел осуществляется периодически или непрерывно. Как показывает опыт, на крупных предприятиях с большими объемами

циркулирующих масел и СОЖ очистку и регенерацию целесообразно производить централизованно.



Рис. 8.6. Установка для разделки автолома (Германия)

Регенерация лакокрасочных материалов (ЛКМ)

Вопросы утилизации различных отходов ЛКМ, образующихся в процессе окрашивания и подготовки поверхности перед окрашиванием, решаются в зависимости от технологии окраски, типа производства, его месторасположения и ряда других факторов.

Большую часть отходов ЛКМ составляют технологические потери, которые зависят от способа нанесения покрытий и группы сложности покрываемых деталей.

Максимально допустимые значения технологических потерь ЛКМ (в % от нормативного расхода) для различных способов нанесения ЛКМ составляют:

- налив с помощью наливочных ванн – 3%;
- ручные способы – 10%;
- распыление в электрическом поле – 10%;
- струйный облив – 10%;
- безвоздушное распыление – 8-15%;

- пневматическое распыление – 20-50% (отходы пентафталиевых эмалей в тракторной промышленности составляют 8-10% общего расхода, отходы меламиналкидных эмалей на заводах автомобильной промышленности достигают 25%).

Все подлежащие утилизации и переработке отходы собирают и направляют на утилизацию в пастообразном или твердом состоянии. На большинстве предприятий, особенно при мелкосерийном производстве, количество образующихся отходов ЛКМ бывает недостаточно для организации их повторного использования. В некоторых случаях происходит смешение отходов ЛКМ различных марок, что также делает их малопригодными для дальнейшей переработки.

Отходы ЛКМ сжигают, в основном, с помощью специальных установок типа "Вихрь", что нельзя признать рациональным и экономичным. Эти установки предназначены для локального уничтожения горючих отходов, содержащих до 65% воды. В них использован принцип направленного барботажа с одновременной турбулизацией окислителя в камере горения с использованием энергии испаряемой воды. При сжигании не происходит коксования твердой фазы. Система золоудаления автоматическая – продувкой сжатым воздухом.

В зависимости от санитарно-гигиенических характеристик промышленных отходов ЛКМ (если они слаботоксичны) их можно обезвреживать вместе с бытовыми отходами. При этом учитывают их удельную теплоту сгорания, взрывоопасность, температуры воспламенения и плавления, зольность и другие факторы. В ряде случаев отходы ЛКМ с разрешения санитарно-эпидемиологических органов захоранивают на специальных полигонах. Однако главным направлением обезвреживания промышленных отходов ЛКМ является их использование, переработка и организация малоотходных производств.

Организация отделений (участков) переработки отходов ЛКМ получила широкое распространение на заводах автомобильной промышленности, тракторного и сельскохозяйственного машиностроения. Метод переработки зависит от свойств отходов лакокрасочных материалов, их количества и порядка поступления.

Технологический процесс переработки отходов лакокрасочных материалов с использованием органических растворителей состоит из следующих основных стадий:

- сбор отходов в специальную тару и их сортировка;
- отстаивание воды и удаление остаточной влаги с нагревом до 60-80°C;
- приготовление замеса и перемешивание его с растворителем;
- диспергирование;
- фильтрование суспензий от посторонних примесей;

- доведение регенерируемого состава до заданных физико-химических свойств;
- расфасовка.

В зависимости от сроков образования и времени хранения отходы могут быть пастообразной или тестообразной консистенции, полусухими или твердыми. Наиболее удобны для переработки пастообразные отходы. В качестве технологического оборудования используются серийно выпускаемые промышленностью смесители, диспергаторы различных типов, фильтры и фасовочные машины.

Сырьем для переработки могут служить отходы не только ЛКМ, но и растворителей, применяемых для промывки окрасочного оборудования и аппаратуры. Следует отметить, что переработке могут подвергаться далеко не все отходы ЛКМ.

Организации участков по переработке ЛКМ должна предшествовать лабораторная проверка и отработка технологического процесса в зависимости от реального состояния производства, используемых ЛКМ, коагулянтов, периодичности сбора и количества отходов и ряда других технических и организационных факторов.

Регенерация смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ)

Регенерация СОЖ, циркулирующих по системам смазки и охлаждения, заключается, прежде всего, в очистке их от посторонних включений – металлических и абразивных частиц, осуществляемой посредством фильтрации. Чаще всего для этой цели применяются магнитные фильтры.

В процессе эксплуатации минеральные масла, входящие в состав СОЖ, утрачивают свои первоначальные свойства и подлежат замене свежими. Регенерация отработанных масел (в том числе масел, растворенных в эмульсии) осуществляется различными способами:

- жидкостной экстракцией с использованием гидроокисей в качестве экстрагентов;
- термической обработкой при температуре 300-400°С и последующая гравитационная сепарация;
- обработкой активированной отбеливающей глиной;
- ультрафильтрацией через мембрану, проницаемую для углеводов и задерживающую взвешенные в масле примеси, в частности, соединения металлов.

Регенерация масел осуществляется периодически или непрерывно. Как показывает опыт, на крупных предприятиях с большими объемами циркулирующих масел и СОЖ очистку и регенерацию целесообразно производить централизованно.

ЛИТЕРАТУРА К РАЗДЕЛУ 8

1. Шубов Л.Я., Ставровский М.Е., Шехирев Д.В. Технологии отходов. (Технологические процессы и сервис). – М.: МГУС, МИСиС. 2006. 410 с.
2. Касимов А.М., Семенов В.Т., Александров А.Н. и др. Твердые бытовые отходы. Проблемы и решения. Технологии и оборудование. – Х.: ХНАГХ. 2006. 304 с.
3. Касимов А.М., Семенов В.Т., Романовский А.А. Промышленные отходы. Проблемы и решения. Технологии и оборудование. – Х.: ХНАГХ. 2007. 409 с.
4. Беличенко А.В. Евтюхова О.Е., Касимов А.М. Очистка сточных вод с использованием катионных ПАВ. – М.: Металлургия. 1987. 110 с.
5. Касимов А.М., Романовский А.А. Система управления промышленными отходами предприятия в общей схеме экологического менеджмента. Восточно-Европейский журнал передовых технологий, №5(11), 2004, С. 112-116

РАЗДЕЛ 9

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКОЛОГО- ЭКОНОМИЧЕСКОГО И СОЦИАЛЬНОГО УЩЕРБА ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЕ, ПУТИ ЕГО ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ, КОМПЕНСАЦИИ И ЛИКВИДАЦИИ

9.1. Организационно-экономические принципы и основные направления утилизации отходов

С целью расширения и стимулирования деятельности по утилизации отходов на Украине в соответствии с Постановлением Кабинета Министров Украины от 06.08.99 г. №16490/1 разрабатывается Национальная концепция утилизации и переработки отходов.

На основе мирового и отечественного опыта вторичное использование материальных и энергетических ресурсов определяется как **долгосрочная стратегия** развития национального хозяйства, направленная на расширение его технико-экономических возможностей и повышение интегральной эколого-экономической эффективности. В качестве системы ресурсосберегающих и природоохранных мероприятий вторичное ресурсопользование требует разработки научно-обоснованной программы и государственного регулирования.

Созданная на Украине структура промышленного производства характеризуется высоким удельным весом ресурсо- и энергоемких технологий. Значительные масштабы использования и энергетико-сырьевая специализация Украины обусловили высокие объемы ежегодного образования и накопления отходов производства и потребления.

Даже в кризисные годы конца XX в. объем складирования отходов в поверхностных хранилищах ежегодно составлял от 0,75 до 1,1 млрд. т. Уже сейчас отходы производства и потребления могут играть значительную роль в обеспечении производства сырьем, заменяя первичные природные сырьевые ресурсы.

Разрыв между прогрессирующим накоплением отходов и мероприятиями, направленными на предотвращение их образования, расширение утилизации, обезвреживание и удаление, угрожает не только углублением экологического кризиса, но и обострением социально-экономической ситуации в государстве.

К социально-экономическим предпосылкам решения проблемы принадлежат:

- осознание необходимости глубокой реформы существующей практики природопользования на всех этапах;
- приоритетность экологических императивов в структурной перестройке народного хозяйства, развитии науки и технологий;

- необходимость реформирования и развития с учетом отечественного и мирового опыта всей правовой и экономической системы, регулирующей природопользование и обращение с отходами.

На данном этапе в рамках общей стратегии особое значение приобретает определение приоритетных направлений и масштабов развития вторичного ресурсоиспользования на Украине с учетом комплекса эколого-экономических и социальных факторов. При этом должны решаться задачи:

- первоочередное обеспечение материально-сырьевых и энергетических потребностей Украины за счет отходов как вторичного сырья;
- уменьшение ресурсной зависимости страны за счет использования собственных вторичных ресурсов в качестве импортзамещающего сырья и снижения затрат первичного сырья в общем объеме ресурсопользования;
- урегулирование деятельности, связанной со сбором, заготовкой, транспортированием и использованием отходов как вторичного сырья и постоянное обеспечение ими перерабатывающих предприятий;
- создание организационных, нормативно-правовых и информационных предпосылок, разработка экономических механизмов и финансового обеспечения реализации мероприятий, направленных на эффективное решение проблем ресурсосбережения;
- снижение техногенного влияния отходов на ОПС, особенно в районах концентрации промышленного производства.

В практическом плане, учитывая чрезвычайно широкую видовую гамму отходов, различную (и не всегда априори ясную) эколого-экономическую программу их утилизации, ограниченные финансово-экономические возможности государства и промышленных предприятий, важное значение приобретает разработка эколого-экономических, социально-гигиенических приоритетов на региональном уровне.

Формально-бюрократическое восприятие безусловной приоритетности использования отходов производства и потребления в этих условиях не учитывает рыночных критериев эффективности инвестиций и, прежде всего, скорости окупаемости вложенного капитала, где вторичное ресурсоиспользование может иметь преимущества. В поле зрения должно быть при этом и решение вопросов экологической безопасности и состояние здоровья населения.

Национальная концепция по сбору, транспортировке, переработке, утилизации и обезвреживанию отходов предусматривает 10-летнюю стратегию реализации этой проблемы в два этапа.

На первом этапе необходимо создать благоприятные условия производителям, потребителям и инвесторам для стимулирования их эффективного участия в решении поставленной проблемы в новых условиях хозяйствования, подготовить законодательную, нормативно-правовую и техническую базу, а также реализовать ряд важных проектов в виде примеров современного подхода и реальных шагов к решению конкретных составляющих проблемы.

На втором этапе необходимо обеспечить рост объемов использования отходов как вторичного сырья, уменьшение объемов образования отходов и отрицательного влияния их на окружающую природную среду, широкое внедрение малоотходных технологий, дальнейшее развитие и совершенствование системы управления отходами, переход к замкнутым циклам ресурсоиспользования.

«Концепция должна стать конкретной основой для правовой, нормативно-методической и организационно-экономической деятельности по реализации национальной программы действий по утилизации и переработке отходов. В области утилизации отходов как в рамках проблемы ресурсосбережения особого внимания требует нормативно-правовая и организационная поддержка решений «с двойным выигрышем win-win», т.е. имеющих одновременно экологический и экономический эффекты.

Целесообразно на государственном уровне возложить общую организацию, координацию работ и контроль осуществления мероприятий на Минэкономики, при этом при Минэкономики *создать рабочую группу* с привлечением ведущих специалистов в области утилизации отходов МинПрироды и Минпромполитики Украины.

Решение очень важной для нашей страны проблемы предусматривает концентрацию и направление финансовых, материально-технических, интеллектуальных и других ресурсов на приоритетные задачи и мероприятия по ресурсосбережению и уменьшению отрицательного влияния отходов на окружающую природную среду и здоровье населения.

Экономическое обеспечение предусматривает разработку и внедрение прежде всего механизмов льготного налогообложения и кредитования субъектов предпринимательской деятельности в области обращения с отходами, включая положение о порядке определения ресурсно-ценных отходов и их перечень, положение об организационно-экономическом механизме управления ПО на региональном и отраслевом уровнях, положение о порядке государственной поддержки и стимулирования мероприятий по использованию отходов, порядок установления и предоставления субъектам хозяйственной деятельности дополнительных и иных льгот в случае осуществления ими мероприятий по предупреждению и уменьшению объемов образования отходов, по

использованию отходов, изготовлению соответствующего оборудования и участия в создании специализированных объектов обращения с отходами.

Важнейшие результаты расширения утилизации и переработки ПО будут состоять в:

- увеличении выпуска дополнительной продукции из отходов и увеличение доходов от ее реализации;
- сбережении первичного сырья, в том числе поступающего по импорту;
- уменьшении отрицательного влияния производственной деятельности на ОПС. Понятие среды обитания включает, кроме природных факторов жизнеобеспечения, ряд социальных предпосылок развития человеческого общества и государства.

При таком подходе возникает задача, насыщения понятия качества средообразующего фактора конкретными физическими параметрами. Критерии выбора этих параметров должны отвечать определенным требованиям, предъявленным к системе моделирования целей, отражать наиболее общие ее свойства, необходимые при принятии решений для оценки альтернатив общественного развития.

В целом эти требования включают универсальность, экономическое содержание, экологическую составляющую.

Комплексный фактор экологической трансляции физических, химических и других воздействий определяется характером географической среды, зонально-климатическими условиями, чувствительностью экосистемы к воздействиям, продолжительностью и характером самого воздействия. Их разнообразие формирует гетерогенное пространство косвенных и прямых экофакторов, как региональных, так и локальных. На состоянии системы отражаются изменения в ней самой и воздействия, транслируемые через ее компоненты.

Экологическая оценка призвана количественно характеризовать изменения в системе. **Экономическая** оценка направлена на отражение состояния техногенных систем, функционально связанных с системой. Социально-экономические факторы, наряду с природными, оказывают существенное влияние на развитие негативных антропогенных процессов.

Каждая система может характеризоваться допустимыми и критическими пределами изменения ее состояния. Допустимая мера отклонения от нормального состояния – это отклонение, которое может быть ликвидировано самой системой со временем. Превышение критического состояния ведет к разрушению системы. Величина критического состояния системы не является постоянной и зависит от внутреннего ее состояния и интенсивности внешних воздействий.

Характер оценки определяется природой оцениваемого объекта и ценностной ориентацией исследователя. Поэтому вид оценки и показателя, с помощью которых она осуществляется, для одного и того же объекта в

зависимости от целей могут быть различными. Обычно осуществляется дифференциальная или интегральная оценка. Дифференциальная оценка среды характеризует ее отдельные элементы или ее состояние, определяемое отдельными различными антропогенными воздействиями.

Интегральная оценка, представляет собой синтез дифференциальных оценок и может быть получена по одному из показателей состояния системы или в целом. Если оценка состояния системы на фиксированный момент времени может ничего не дать, то возникает необходимость осуществлять оценку с учетом воздействия за определенный период времени, зависящий от выбранного объекта и целей оценки.

Система показателей экологической безопасности может быть построена с соответствии с работой [1]. Условно эти показатели можно объединить в две группы: направленные на выявление факторов экологического риска и на оценку последствий для человека, природы, экономики.

Предпосылки возможности и целесообразности применения эколого-экономических оценок заключаются, по нашему мнению, в преобладании экономической мотивации труда, широкого распространения товарно-денежных отношений во всех сферах общественной жизни. В этих условиях экологические цели получают возможность формы выражения, адекватной существующим процессам. Это позволит уравновесить их с целями материального производства, преодолеть гипертрофированное влияние узкоэкономических интересов.

Учет всего комплекса экономических функций доказывает, что существование природных объектов значительно рентабельнее тех выгод, которые можно получить от одностороннего их промышленного использования. Даже без учета экологических и социальных эффектов, не подлежащих на данном этапе экономической оценке, учет экономического ущерба только от нарушения ОПС еще на стадии предпроектных решений может помочь избежать экологических напряженностей и экономических просчетов.

Использование эколого-экономических оценок не исключает изменения принятого порядка планирования и ведения хозяйствования в связи с требованием поставить во главе угла социально-экономического развития задачи формирования здоровой среды обитания вместо стремления сиюминутного достижения ограниченных экономических целей.

Органическое сочетание экологических и экономических целей развития общества представляется системой, в которой они учитываются на стратегическом, тактическом, текущем уровнях. На стратегическом и тактическом уровнях экономические цели должны закладываться, исходя из социальных потребностей экологической ориентации при разработке программ научно-технического прогресса, социально-экономического

развития, формирования градостроительных концепций.

Поэтому проведение мероприятий при реализации планов социально-экономического развития должно достигаться при минимуме производственных затрат и экономического ущерба от загрязнения ОПС. Достижение социальных, экономических и экологических целей в обществе реализуется через целенаправленную деятельность.

Формирование совершенной среды обитания является и одной из целей развития гармонического общества, и средством достижения поставленных перед ним целей. Следовательно, существуют предпосылки возможности оценивать результативность решения задач природопользования следующими типами критериев: собственно экологическими, характеризующими нагрузки на экосистемы и динамику их изменений и экономическими, характеризующими эффективность выполнения природной средой многообразных экономических, репродуктивных функций в сельском и лесном хозяйствах и функций, связанных с воспроизводством потенциала трудовых ресурсов.

Следовательно, существуют возможности постановки природоохранных задач прямо через формирование системы целевых ориентиров и ограничений и косвенно, через систему экономических рычагов и оценок.

В настоящее время, наряду с традиционными, все более широкое распространение получают методы оценки состояния ОПС, базирующиеся на использовании методов математического аппарата. Одним из таких примеров может служить интегральная оценка изменений ее состояния, призванная решать задачи по выявлению неблагоприятных (опасных) экологических ситуаций.

Критериальные показатели состояния ОПС

Понятие качества ОПС, составляющих ее компонентов относится к категории пространственно-временных величин. Это понятие применимо для ранжирования территорий по уровням антропогенной нагрузки, для классификации по степени влияния антропогенного воздействия на отдельных реципиентов или отдельные компоненты ОПС. Для осуществления такого подхода необходимо наличие адекватных интегральных критериальных оценок качества.

Разработку интегральных оценок можно осуществить последовательным сравнением отдельных признаков с эталонным или непосредственным формированием величин различия опытных и эталонных многомерных факторов. Аналитическая модель такой оценки может быть построена математическим аппаратом статистического анализа.

В общем виде качество параметрических объектов (в т.ч. компонентов ОПС) характеризуется вектором значений признаков, каждый

из которых отражает определенное свойство объекта или составляющую его качества. Если требуется оценить выходное качество объекта в целом, итоговый показатель должен быть синтезирован по определенному принципу и ищется в виде линейной комбинации:

$$B = \sum p_i x_i, \quad i = 1, n, \quad (9.1)$$

где x_i – значения признаков отдельных свойств объекта;

p_i – весовые коэффициенты степени влияния признаков на результирующий показатель качества, т.е. их сравнительную важность.

На практике обычно наиболее вероятным является вариант, когда из общей совокупности загрязняющих среду веществ концентрации части их превышают ПДК, а остальных – не достигают их. Общий уровень загрязнения формируется из двух составляющих – показателя фактического загрязнения среды, содержание которых в ней ниже нормативного уровня, и показателя фактического загрязнения, содержание которых превышает нормативы.

Отношение показателя фактического уровня загрязнения (Р) к нормативному (P_6), можно рассматривать как характеристику эффективности осуществления природоохранных мероприятий. Чем ближе это отношение к единице, тем эффективнее результаты природоохранной деятельности.

Заветной целью исследований ОПС является естественное стремление к комплексной оценке её качества в целом как пространственно-временной категории.

В США в начале 60-х гг. XX в. начались работы по построению индексов качества ОПС, основанные на соизмерении значимости ее отдельных компонентов (атмосферы, воды, почвы и прочих элементов). Наиболее последовательно эти результаты отражены в канадской системе индексов. Суммарный индекс качества среды выражался величиной [2]:

$$I = (b_i - I_i^2)^{1/2}, \quad (9.2)$$

где I_i – частные индексы степени загрязнения отдельных компонентов;

b_i – весовые коэффициенты значимости отдельных компонентов.

В качестве критериального показателя улучшения качества окружающей природной среды в [3] использован показатель:

$$I = \left[\sum b_i (L_i / S_i)^2 \right]^{1/2}, \quad (9.3)$$

где S_i – социальный стандарт элемента, среды i-го вида;

L_i – искомая (достижимая) величина качества i-го элемента;

b_i – весовой коэффициент i-го элемента.

В этой формуле все индексы стремятся к единице только сверху,

когда стандарты не превышают фактические уровни. Следовательно, условие $I=1$ достигается при компенсационном отклонении L_i от S_i . Отсюда в соответствии с [4]:

$$I = 1 + \left[\sum b_i (L_i - S_i)^2 \right]^{1/2} \quad (9.4)$$

В настоящее время, вследствие отсутствия полной информационной базы, значения b_i , L_i , S_i в каждом конкретном случае определяют на основе экспертной оценки, результатов социального опроса, общественного мнения и др. субъективными путями. Поэтому этот подход не получил практического распространения.

Эколого-экономические критерии качества ОПС. Индексы, оценки антропогенной нагрузки на ОПС

Понятие качества ОПС должно соотноситься с субъектом воздействия. Естественно, изменение ее качества должно рассматриваться в контексте изменения среды обитания человека. Понятие среды обитания включает, кроме природных факторов жизнеобеспечения, ряд социальных предпосылок развития общества.

При таком подходе появляется необходимость обеспечения понятия качества средообразующего фактора ОПС конкретными физическими параметрами. Критерии выбора этих параметров должны отвечать требованиям, предъявленным к системе моделирования целей, отражать наиболее общие ее свойства, необходимые при принятии решений для оценки альтернатив общественного развития. Эти требования включают: универсальность, экономические показатели, экологическую сущность.

Анализ последствий экологических взаимодействий общества и природы осложняется тем, что эта система обладает рядом конкретных свойств, физических, химических и других взаимодействий, определяемых характером геолого-географической среды, зонально-климатическими условиями, чувствительностью экосистемы к воздействиям, продолжительностью и характером самого воздействия.

Характер оценки определяется природой оцениваемого объекта и ценностной ориентацией исследователя. Поэтому вид оценки и показателя, с помощью которых она осуществляется, для одного и того же объекта в зависимости от целей могут быть различными. Обычно осуществляется дифференциальная или интегральная оценка.

Дифференциальная оценка среды характеризует или отдельные ее элементы, или ее состояние, определяемое отдельными различными антропогенными воздействиями. **Интегральная оценка** представляет собой синтез дифференциальных оценок и может быть получена как по одному из показателей состояния системы, так и в целом.

Система показателей экологической безопасности может быть

построена в соответствии с [5]. Условно эти показатели можно объединить в две группы: направленные на определение факторов экологического риска и на оценку последствий для человека, природы, экономики.

Учет всего комплекса экономических функций доказывает, что существование природных объектов значительно рентабельнее тех выгод, которые можно получить от одностороннего их промышленного использования. Даже без учета экологических и социальных эффектов, не подлежащих экономической оценке, учет экономического ущерба только от нарушения ОПС еще на стадии предпроектных решений смог бы помочь избежать многих экологических напряженностей и экономических просчетов.

Органическое сочетание экологических и экономических целей развития общества представляется нам системой, в которой бы они учитывались на стратегическом, тактическом, текущем уровнях. На стратегическом и тактическом уровнях экономические цели должны закладываться исходя из социальных потребностей экологической ориентации при разработке программ научно-технического прогресса, социально-экономического развития, формирования градостроительных концепций.

На этой стадии следует закладывать возможность создания оптимальной экологической среды обитания, включая обеспечение экологической чистоты сферы жизни и трудовой деятельности человека; создание зон отдыха, бальнеологических комплексов, заповедников и т.д.

В настоящее время, наряду с традиционными, все более широкое распространение получают методы оценки состояния ОПС, базирующиеся на использовании математических методов. Одним из таких примеров может служить интегральная оценка изменений состояния ОПС, призванная решать задачи по выявлению неблагоприятных (опасных) экологических ситуаций.

Интегральную количественную оценку состояния ОПС можно представить, используя прием присвоения весов ряду данной серии показателей, входящих в нее, в виде:

$$I_p = \sum b_j P_{ij} / P_{0j}, \quad I = \overline{1, N}, \quad (9.5)$$

где b_j – вес i -го компонента;

P_{ij} – оценка j -го показателя i -й компоненты;

P_{0j} – базовое (номинальное) значение j -го показателя;

N – число рассматриваемых компонентов.

В качестве уровня базового отсчета состояния можно использовать фоновые значения, характеризующие условно естественное состояние ОПС при отсутствии техногенного воздействия, а также нормативные значения, гигиенические регламенты, средние за период или на

территории.

Важной задачей системы управления качеством ОПС является прогнозирование последствий изменения ее состояния. Неотъемлемая составляющая этой задачи – оценка возможных последствий влияния изменений качества компонентов ОПС на санитарно-гигиенические и экологические условия жизни, водо- землепользования, на системы и сооружения благоустройства населенных мест и т. п.

Разработка методов моделирования зависимости условий функционирования эколого-экономической системы от изменений качества ОПС и ее отдельных компонентов является одной из важнейших стратегических задач.

В роли одного из возможных методических подходов для оценки в первом приближении качества экологического пространства, можно использовать, в частности, индекс интенсивности техногенной нагрузки на локальную территорию по сравнению с ее среднестатистическим (региональным) уровнем:

$$I_i = M_i \times H_i \times S_i \times M_0 \times H_0 \times S_0, \quad (9.6)$$

где M_i – приведенная масса j -го загрязнителя i -го источника;

H_i – численность населения, проживающего в зоне активного загрязнения i -м источником;

S_i – площадь зоны активного загрязнения для i -го источника;

M_0 – суммарная приведенная масса загрязнителей;

H_0 – общая численность населения;

S_0 – общая площадь исследуемого региона.

Кроме того, в роли интегрального критерия укрупненной оценки качества ОПС можно использовать индекс интенсивности экологической нагрузки на локальную территорию:

$$T = P \times B / S, \quad (9.7)$$

где P – эколого-экономический показатель для территории;

B – плотность реципиента;

S – площадь рассматриваемой территории.

По своей сути он представляет интенсивность исследуемого эколого-экономического показателя, взвешенную на плотность реципиента для данной территории, и отражает универсальный принцип. Поэтому, в зависимости от категории рассматриваемого показателя, он может наполняться соответственно экономическим или экологическим содержанием.

Используя в роли показателя величину экономического ущерба (Y), причиняемого исследуемому (i) реципиенту (P) загрязнением ОПС на локальной территории (S), интенсивность экологической ущербности

определяется по формуле:

$$T_{yi} = P_i Y_i / S_i, \quad i = 1, N \quad (9.8)$$

Аналогично, используя валовые выбросы (М) вредных веществ в атмосферу промышленного города с плотностью населения (Н), интенсивность техногенной нагрузки можно определить по формуле:

$$T_h = H_i \times M_i / S_i, \quad i = 1, N \quad (9.9)$$

Для упрощенной оценки экологической нагрузки на ОПС региона в роли показателя Р может выступать масса поллютантов, поступающая в почву, водную или воздушную среду, а показателем реципиента – объект, подвергающийся воздействию со стороны загрязненного воздуха, воды или почвы (население, растительность, предприятия и т.п.). Для зоны активного загрязнения конкретным источником данная методическая процедура принимает вид индекса:

$$T_{hi} = P_i \times \sum_{j=1}^N M_{ij} / S_i, \quad J = \overline{1, N}, \quad (9.10)$$

где M_{ij} – приведенная масса выброса i -м источником j -го поллютанта;

P_i – плотность реципиента в зоне активного загрязнения i -м источником;

S_i – площадь территории зоны активного загрязнения для i -го источника.

Приведенная масса вредных веществ, поступивших в ОПС и зона активного загрязнения территории для источника определяется по [6-9].

Приведенная масса j -го поллютанта, поступающего в почву от i -го источника определяется по формуле

$$M_{ni} = m_{ij} A_j S_{ij}, \quad (9.11)$$

где m_{ij} – годовая масса j -примеси на, единицу площади, поступающая из i -го источника;

A_j – показатель экологический относительной опасности поступления j -го поллютанта в почву;

S_{ij} – площадь зоны активного загрязнения почвы j -м загрязнителем от i -го источника.

Агрегатный взвешенный индекс эколого-экономической оценки опасности загрязнения ОПС

Многообразие методических подходов к оценке качества ОПС затрудняет их использование в анализе последствий антропогенного воздействия. Несопоставимость результатов оценок загрязнения

отдельных ее компонентов и оценок в рамках одного компонента из-за неадекватности методических подходов является одной из причин недостаточного использования экологических критериев в экономических оценках-

Согласно теории индексного анализа [10] под индексом понимается относительный показатель, характеризующий соотношение уровней явления по сравнению с базой в пространстве и времени. Уровень – это числовое значение показателя в ряду динамики, характеризующее величину или размер явления.

Собственно индекс – это безразмерный относительный показатель особого рода. В нем уровни явления рассматриваются в связи с другим явлением, изменение которого при этом элиминируется. Показатели, связанные с индексируемым показателем (т.е. показателем, изменение которого характеризует индекс), используются в качестве весов индекса. Взвешивание и элиминирование изменения весов составляют специфику собственно индексов и индексного анализа Δ .

В общем виде индексами являются любые относительные величины, служащие для сопоставления между собой уровней (размеров) одноименных показателей, имеющих одинаковое содержание. Отношение величины концентрации (С) вредного вещества к соответствующему значению его ПДК, является простым индивидуальным индексом ($i=C/ПДК$), который характеризует кратность превышения санитарного регламента.

Значения количеств различных веществ, одновременно присутствующих в среде, формально соизмеримы. Однако с позиции оценки опасности загрязнения непосредственное их суммирование (без учета удельной доли веса массы каждого из них в общей массе и доли их влияния на формирование общего уровня) подобный показатель, лишен практической ценности.

Простые суммы масс поллютантов непригодны для построения сводных индексов и потому, что они зависят от структуры смеси. Следовательно, их нельзя рассматривать вне связи с объемными показателями, в расчете на единицу которых они вычислены. Только произведение качественного показателя уровня присутствия токсиканта и непосредственно связанного с ним показателя его доли способно позволить учесть роль и статистическую значимость степени загрязнения сферы ОПС каждым поллютантом.

Вместе с тем возможно получение показателей, суммирование которых имеет практическую значимость в оценке опасности загрязнения ОПС. Если характеризовать ее состояние в данный момент в заданной точке пространства уровнем одновременно совместно присутствующих в ней веществ, то показателем уровня отдельного вещества (D_i) может выступать его количественная доза (масса, концентрация).

Базовым состоянием (P_i) среды может служить фоновый, среднестатистический уровень отдельного вещества или его уровень, регламентированный стандартами; нормами. Если фактический уровень загрязнения выразить суммой масс примесей, то мерой изменения, динамики общей массы примесей в среде (без учета эффекта влияния) может служить простой агрегатный индекс количества:

$$I = \sum D_i / \sum P_i, \quad i = \overline{1, N}, \quad (9.12)$$

где D_i – фактическая доза i -го вещества;

P_i – допустимая норма для i -го вещества;

N – количество веществ, одновременно совместно присутствующих в среде.

Такой подход был использован для оценки загрязнения атмосферы с гигиенических позиций в работе [11]. Если за базовое состояние принять состояние среды в конкретной точке в определенный момент, то простой агрегатный индекс будет характеризовать динамику текущего состояния относительно фиксированного момента.

В оценке воздействия различных загрязнителей на реципиентов признак единства нами усматривается в принципе регламентирования критерия оценки их опасности. Этот качественный показатель может быть использован в роли меры при соизмерении загрязнителей.

Умножая уровень (D) загрязнения на соответствующий регламент (P_j), можно свести их к одному и тому же единству и получить сравнимые показатели, которые можно суммировать. Сопоставление значений сумм произведений $\sum D_i P_i$ и $\sum D_{0i} P_{0i}$ может характеризовать изменение состояния загрязнения среды по сравнению с ее базовым уровнем.

Чтобы измерить не только относительное изменение уровня, но и величину того эффекта, который возможен в результате превышения нормативов, целесообразно построить индекс изменения показателей с учетом значимости доли поллютанта в исследуемой смеси. Линейный (абсолютный) эффект в результате изменения уровня загрязнения выражается разностью показателей

$$\Delta = \sum b_i D_i - \sum b_i P_i, \quad \sum b_i = 1; \quad i = \overline{1, N}, \quad (9.13)$$

где b_i – веса примесей ($B_i = P_i / \sum P_i$).

Агрегатный индекс опасности загрязнения ОПС, в котором значимость регламентов для каждого поллютанта зафиксирована на уровне норматива, определяется выражением:

$$I_M = \sum b_i D_i / \sum b_i P_i, \quad i = \overline{1, N}, \quad (9.14)$$

При этом числитель показывает фактическую загрязненность; а знаменатель – условно суммарную загрязненность ОПС смесью поллютантов того же состава при их нормативных уровнях. Знаменатель – это условная величина, показывающая, какой уровень загрязнения имел бы место, если бы масса каждого поллютанта сохранялась бы на уровне ее регламента.

Основная идея построения взвешенного агрегатного индекса опасности загрязнения отдельного компонента ОПС состоит в выявлении текущего отклонения уровня загрязнения относительно неизменных значений регламента и получения адекватной меры его изменения.

Исходя из данного методического подхода, сигнификатор состояния отдельного исследуемого компонента ОПС определяется выражением взвешенного агрегатного индекса:

$$R_j^m = F_j^m \sum B_{ij} D_{ij} / \sum b_{ij} P_{ij}, \quad i = \overline{1, N} \quad (9.15)$$

где D_{ij} – фактический уровень i -го поллютанта;

P_{ij} – базовый уровень i -го загрязнителя;

B_{ij} – вес i -го поллютанта для базового состояния;

F_j^m – функция эффектов действия поллютанта в исследуемом компоненте j -го типа для реципиента m -го вида.

Комплексная оценка окружающей природной среды

Учитывая, что агрегатный индекс (R) оценки состояния компоненты i -го типа для реципиентов m -го вида представляет собой безразмерную относительную величину; а также исходя из методического принципа оценки качества среды, комплексный критерий оценки качества эколого-экономического пространства нами предлагается выразить показателем, информационно-смысловое содержание которого можно представить функцией:

$$P = f(P_0, P_1, P_2), \quad (9.16)$$

Принимая, для упрощения, стандарт качества ОПС традиционно равным единице ($P_0 = 1$, соответственно для ее отдельных компонентов $P_{0i} = 1$), рассмотрим возможные случаи.

Если для всех (N) компонентов ОПС их индексы (R) качества соответственно равны их стандартам, то $P = P_0$.

Если все индексы (R) качества всех компонентов не превышают их стандартов ($R_i < P_{0i}$), то $P = P_2$.

Если все индексы (R) качества всех компонентов превышают их стандарты ($R_i > P_{0i}$), то $P = P_0 + P_1$.

Если для одних компонентов ($i=1, N_1$) имеет место ухудшение качества. ($R_i > P_{0i}$), а для других ($i=N_1, N$) качество сохраняется в пределах нормы ($R_i < P_{0i}$), то значение комплексной оценки вычисляется соответственно: $P = P_0 + P_1 + P_2$.

Нормативный базовый уровень качества ОПС (социальный стандарт) показан первым слагаемым (P_0). Значение второго ($P_i > 0$) отражает величину безусловного превышения этого уровня (ухудшение качества). Поэтому достижение нормативного регламента должно быть обеспечено системой природоохранных мероприятий (при стремлении значения $P_1 \geq 0$ сверху).

Величина разности ($\Delta P = 1 - P_2$) показывает «запас непревышения» стандарта качества. Его можно рассматривать как дополнительный природный ресурс, повышающий социальную эффективность экономической системы (при стремлении значения $P_2 > 1$ снизу).

Отношение (P_0 / P_1) показателя расчетного (фактического) значения к его нормативному уровню можно рассматривать как характеристику эффективности природоохранных мероприятий. Чем ближе это отношение к 1, тем качество ОПС меньше отличается от стандарта, и тем эффективнее результаты природоохранной деятельности.

Сигнификатор меры ухудшения качества ОПС для реципиентов m -го вида по отношению к базовому уровню (стандарту) определяется значением:

$$P_1 = \left[\sum b_i (R_i^m - 1)^2 \right]^{1/2}, \quad (9.17)$$

где R_i^m – индекс ухудшения состояния i -го компонента ОПС для реципиентов m -го вида (при условии $R_i > 1$);

b_i – весовой коэффициент компонента i -го типа.

Допустимый уровень качества ОПС для реципиентов m -го вида определяется значением:

$$P_2 = \left[\sum b_i (R_i^m)^2 \right]^{1/2}, \quad (9.18)$$

где R_i^m – индекс ухудшения состояния i -го компонента ОПС для реципиентов m -го вида (при условии $R_i < 1$).

Отсюда, комплексную оценку качества ОПС можно представить выражением:

$$P^m = 1 + \left[\sum_{i=1}^{N_1} b_i (R_i^m - 1)^2 \right]^{1/2} - \left[\sum_{i=N_1}^N b_i (R_i^m - 1)^2 \right]^{1/2}, \quad (9.20)$$

$i = 1, N_1$ при $R_i \geq 1$; $i = N_1, N$ при $R_i < 1$

где b_i – весовой коэффициент i -го компонента ОПС.

В общем случае весовые коэффициенты (b_i) отдельных компонентов ОПС определяются целями исследования и лимитируются соответствующими регламентами (P_{oi}) для каждой из них исходя из принципа $b_i = P_i / \sum P_{oi}$.

Как один из способов определения значимости отдельных компонентов ОПС можно использовать метод, базирующийся на, использовании величины экономического ущерба (Y_i), причиняемого исследуемому реципиенту антропогенным загрязнением данной компоненты. Расчет значимости каждого компонента выполняется соответственно $b_i = Y_i / \sum Y_{oi}$.

При отсутствии расчетных значений весовых коэффициентов, а также для грубо ориентировочных оценок можно воспользоваться сведениями о покомпонентном распределении экономического ущерба для отдельных реципиентов (табл. 9.4).

Таблица 9.4

Ориентировочное распределение значимости (b_i) отдельных компонентов для различных реципиентов.

Реципиенты	Компоненты		
	Атмосферный воздух	Водная среда	Почва
Население	0,5	0,35	0,15
Животные	0,5	0,25	0,25
Растительность	0,7	0,1	0,2
Коммунальное хозяйство	0,45	0,45	0,1
Промышленность	0,8	0,15	0,05
Сельское хозяйство	0,3	0,35	0,35
Рыбное хозяйство	0,1	0,45	0,45
Лесное хозяйство	0,45	0,35	0,2

На данном этапе применение указанного подхода позволяет определить оценку качества ОПС и предоставляет методическую возможность для осуществления процедуры ранжирования и классификации по уровню и степени экологической опасности ее состояния.

Следует отметить, что по многим направлениям природоохранной деятельности величина экономического ущерба, причиняемого объектам-реципиентам загрязнением окружающей среды; на сегодня не является утвержденным нормативным показателем. Кроме того, методики расчета экономического ущерба даже в пространствах СНГ имеют отличия по учету экономической составляющей (затраты, выгоды и т.д.).

Тем более трудно сопоставимы оценки величины ущерба, полученные в разных странах. Следовательно, необходима разработка адекватных натуральных показателей качества ОПС.

Для минимизации негативных последствий размещения крупных партий промышленных отходов в шламонакопителях, шлакоотвалах, хвостохранилищах, являющихся неотъемлемой составляющей предприятий металлургического, химического, энергетического и других комплексов (рис. 9.1 и 9.2), необходима оценка влияния накопленных шламов, шлаков и др. отходов на состояние водного, воздушного бассейнов и почву



Рис. 9.1. Полигон промышленных отходов (МУО).



Рис. 9.2. Укладка контейнеров с ОпО в тело полигона современного обогатительного предприятия

Важным этапом работ в данном направлении является разработка мер по предупреждению, сокращению (ограничению), компенсации и ликвидации потенциального и реального ущерба, наносимого шламонакопителями ОПС [12-21].

На рис. 9.3 приведена принципиальная схема мероприятий по предотвращению ущерба окружающей природной среде, наносимого местами удаления опасных отходов (МУО) или полигонами.



Рис. 9.3. Меры по минимизации экологического ущерба от влияния ШН

Меры по компенсации наносимого ущерба увязываются с вложением финансовых и других средств для возмещения потерь по принципу «Загрязнитель платит». Меры по ликвидации ущерба определяются характером отводимых земель и свойствами размещаемых отходов:

- планирование рельефа с рекультивацией и использованием территорий в рекреационных и других целях;
- консервация токсичных шламов с обваловкой, захоронением и использованием образующихся участков в хозяйственных целях;
- биологическая рекультивация с учетом пригодности по возникающим новым свойствам получаемых земель (засыпка песком, гипсование);
- захоронение токсичных отходов в специальных хранилищах, оборудованных под размещение конкретных видов отходов;
- захоронение или утилизация жидкой фазы шламов;
- рекультивация сельскохозяйственных угодий в зоне влияния источника загрязнения.

Финансово-экономические инструменты для управления опасными отходами, используемые в Великобритании (по данным ERM)

1. Налоги/платежи за размещение опасных отходов – используются для того, чтобы стимулировать производителей отходов не производить эти отходы. Однако, налоги на размещение отходов, будучи слишком высокими, могут повысить число нелегальных сбросов отходов, а будучи слишком низкими – не покрыть затраты регулирующих органов.

2. Схемы скидок/вычетов – стимулирование производителей к переработке отдельных видов опасных отходов путем возмещения их затрат при доставке отходов на определенное сооружение, таким образом уменьшается число случаев нелегального размещения отходов. Примером такой схемы может служить Франция, где платежи за использование воды взимаются агентством «Agency de Bassin» и используются для субсидирования платежей за опасные отходы в случае, если к этим отходам применялся “наиболее экологически выгодный способ обращения”.

3. Ответственность производителя-поставщика – ответственность за отходы переходит от их непосредственного производителя или уполномоченных органов власти к поставщику – производителю той продукции, использование которой привело к образованию данных отходов. Чаще всего это относится к отходам упаковки (или использованной упаковке) и отслужившим свой срок товарам широкого потребления, как-то батарейкам, автомобилям, электронике, но также может быть применено к отдельным видам опасных отходов, например, растворителям, смазочным маслам, чистящим жидкостям, отходам гальваники и пр.

4. Налоги на сырье – взимание платы за сырье, использование которого привело к образованию отходов.

5. Налоги на продукцию – сбор, налог или платеж, взимаемый за продукцию, производство которой привело к образованию опасных отходов.

6. *Субсидии для предотвращения образования отходов* – строятся на существующих схемах субсидирования и включают предоставление фондов (в форме наличного капитала, займов, грантов) для проведения аудита, введение планов действий, возникающих в результате таких аудитов, и внедрения технологий по сокращению источников отходов. Это может включать оптимизацию процессов, правильное ведение хозяйства, “чистые” технологии, поддержку демонстрационных проектов.

7. *Субсидии для переработки и обработки отходов на территории предприятия* – включают субсидирование отдельных фирм для содействия при внедрении определенных технологий по обработке и переработке отходов.

8. *Субсидии для (новых) централизованных или мобильных сооружений по переработке, обработке, размещению или уничтожению отходов* – обеспечение какой-либо формой субсидирования капитала (в форме грантов, льготных кредитов, освобождения от пошлин при импорте и пр.) сооружений по обращению с отходами первого поколения для того, чтобы облегчить переход от нулевых или очень низких плат за обработку и размещение отходов к высоким, необходимым для поддержки современных сооружений, работающим по прогрессивным технологиям.

9. *Инструменты привлечения к ответственности* – системы, разработанные для того, чтобы производители отходов использовали безопасные и эффективные методы в управлении отходами (например «Суперфонд» США и др. схемы “непредвиденной ответственности”)

Индексы оценки антропогенной нагрузки на ОПС

В настоящее время информационно-методическая база эколого-экономической оценки качества ОПС требует совершенствования в соответствии с рыночно ориентированными условиями хозяйствования с целью повышения заинтересованности в участии в комплексных природоохранных разработках и, в конечном итоге, в экономической эффективности природоохранной деятельности.

Эколого-экономический анализ проблемных ситуаций способствует выявлению наиболее экономически неблагоприятных и опасных зон на уровне предприятий, регионов, отраслей, а также экономически уязвимых для экологии стадий производственного процесса. Система критериев и методов оценки изменения состояния окружающей среды занимает ключевое положение в экономическом анализе природоохранных решений.

Следует отметить, что по многим направлениям природоохранной деятельности величина экономического ущерба, причиняемого объектам-реципиентам загрязнением ОПС, на сегодня не является утвержденным нормативным показателем. Кроме того, методики расчета экономического ущерба даже в пространствах СНГ имеют отличия по учету экономической составляющей (затраты, выгоды и т.д.).

Ущерб от сверхнормативного размещения в природной и

градостроительной среде строительных материалов, хвостов и шламов горного производства, сточных и рудничных вод, с превышающим санитарные нормы содержанием искусственных и природных радионуклидов, а также источников ионизирующего излучения, определяется в соответствии со следующими условиями.

Норматив платы за 1 микроКи суммарной радиоактивности размещенного материала принимается равным нормативу платы за размещение в ОПС 1 т токсичных промышленных отходов, в том числе:

- строительные материалы в случае превышения норм по содержанию естественных радионуклидов – по IV классу токсичности;
- слаборадиоактивные жидкие и твердые – по III классу токсичности;
- среднерадиоактивные – по II классу токсичности;
- высокордиоактивные – по I классу токсичности.

Ущерб от загрязнения подземных вод осуществляется прямым способом по стоимости мероприятий по их очистке, либо исходя из фактического объема самовольного сброса сточных вод либо самовольного размещения отходов со следующими условиями.

Абсолютное количество загрязняющих веществ, поступивших в подземные воды, определяется принятыми методами по концентрации загрязняющих веществ и расходу подземного потока, либо дебиту скважины.

Ущерб от загрязнения гидрографической сети грунтом вследствие разрушения проектных и внепроектных плотин, дамб, дорог, а также вследствие образования промоин и оврагов, спровоцированного хозяйственной деятельностью, устанавливается как за аварийный сброс взвешенных частиц сброшенного в гидрографическую сеть грунта.

Ущерб, причиненный почвенному покрову его уничтожением, погребением или загрязнением, оценивается прямым способом по стоимости восстановления утраченных качеств почвы, либо исходя из фактического объема самовольного сброса сточных вод или самовольного размещения отходов.

Технико-экономическая оценка техногенных месторождений полезных ископаемых является важнейшей составной частью процесса определения целесообразности утилизации из них ценных компонентов и обеспечения безубыточной работы добывающего предприятия в период резкого изменения рыночной конъюнктуры на минеральное сырье и получаемые из него товарные продукты.

На *рис. 9.4* и *9.5* приведены показатели налогообложения на мероприятия по захоронению отходов в ряде развитых стран и стоимость захоронения нетоксичных отходов в ряде развитых стран без учета НДС и налогов на вывоз.

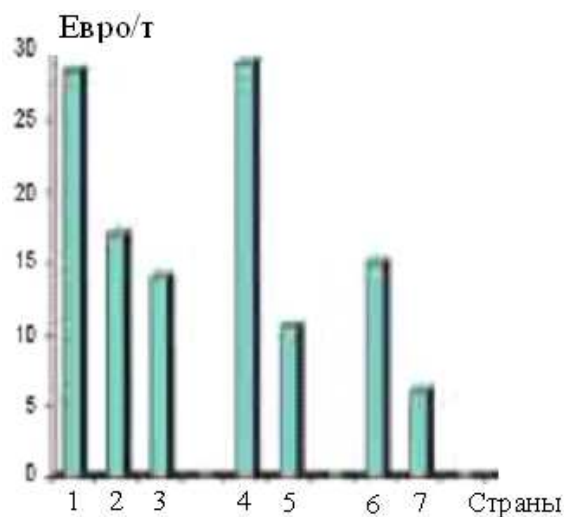


Рис. 9.4. Налогообложение на мероприятия по захоронению отходов в ряде развитых стран

1 – Швеция; 2 – Дания; 3 – Австрия; 4 – Нидерланды; 5 – Англия;
6 – Финляндия; 7 – Франция

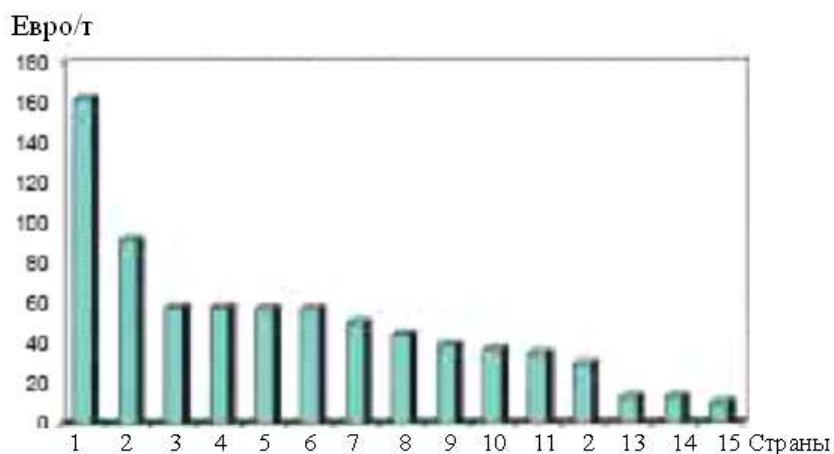


Рис. 9.5. Стоимость захоронения нетоксичных отходов в ряде развитых стран без учета НДС и налогов на вывоз

1 – Литва; 2 – Австрия; 3 – Норвегия; 4 – Нидерланды; 5 – Франция; 6 – Германия;
7 – Бельгия; 8 – Лихтенштейн; 9 – Ирландия; 10 – Дания; 11 – Швеция; 12 – Англия;
13 – Испания; 14 – Финляндия; 15 – Греция

В зависимости от вида вторичного полезного ископаемого и наличия попутных ценных компонентов проводятся обоснование способа и систем разработки техногенного месторождения, определение потерь, производительности предприятия; оценка качества конкретного полезного ископаемого, оптимальной схемы и показателей комплексной переработки сырья по результатам изучения его основных физико-химических свойств.

При предварительных технико-экономических оценках для определения оптимальной продолжительности работы перерабатывающего предприятия (лет) используют эмпирическую формулу Тейлора:

$$T = 0,2 \times Q^{1/4}, \text{ т}, \quad (9.21)$$

где Q – запасы промышленных отходов, т

Проектируемая технология переработки сырья из техногенных месторождений должна базироваться на наиболее современных технологических схемах, предусматривающих утилизацию собственных отходов. Важнейшим критерием обоснования оптимальной технологической схемы является максимальная полнота извлечения основных и попутных полезных компонентов в товарную продукцию.

Обоснование и расчеты, используемые при оценке экономической эффективности реализуемого проекта, являются завершением всех проведенных на техногенном месторождении исследовательских работ, технологических и экологических исследований.

Главные из них:

- моделирование потоков продукции, ресурсов и денежных средств в пределах расчетного периода, соответствующего сроку отработки техногенного месторождения;
- определение экономического эффекта путем сопоставления ожидаемых интегральных результатов и затрат с ориентацией на достижение требуемой нормы дохода на капитал;
- учет результатов анализа рынка ценных компонентов перерабатываемого сырья;
- учет неопределенностей и рисков, связанных с осуществлением проекта.

Расчеты экономических показателей проекта предваряются сведениями о состоянии и структуре рынка готовой продукции.

Срок окупаемости капиталовложений – минимальное время от начала реализации проекта, за пределами которого величина суммарного денежного потока становится неотрицательной. Срок окупаемости определяется с использованием процедуры дисконтирования.

При определении величины капитальных вложений в промышленное строительство или реконструкцию предприятия и эксплуатационных затрат предпочтительными являются прямые сметные оценки капитальных вложений в капитальные сооружения, на приобретение и монтаж технологического и вспомогательного оборудования и транспорта.

Затраты на вспомогательное хозяйство определяются обычно по аналогии. Применение стоимостных показателей, учитываемых на основе данных по предприятиям-аналогам, используются с соответствующей корректировкой на местные условия, изменение цен на материалы, товарную продукцию и т.п.).

Эксплуатационные затраты, связанные с добычей полезного компонента, определяют себестоимость продукции предприятия. Основными составляющими эксплуатационных затрат являются:

- стоимость рабочей силы.
- начисления на заработную плату;
- стоимость сырья и материалов;
- затраты на электрическую и тепловую энергию. Расход потребляемой электроэнергии рассчитывается на основе удельной мощности используемого электрооборудования;
- текущие затраты на природосбережение;
- ремонт и содержание основных фондов;
- амортизационные отчисления.
- управленческие расходы.

Эксплуатационные расходы делятся на переменные (зарплата, материалы и др.), абсолютная величина которых меняется пропорционально изменению объемов производства, а относительная величина в расчете на единицу продукции остается неизменной, и условно-постоянные (цеховые и общезаводские), абсолютная величина которых практически не меняется в зависимости от объемов производства, а относительная (в расчете на единицу продукции) изменяется.

Экономическая оценка закладываемых в ТЭО инвестиций на природоохранные мероприятия осуществляется с учетом стоимости строительства предприятий. В них включают все затраты по рекультивации территорий, используемых в период строительства предприятия (создание линейных сооружений, карьеров стройматериалов, используемых только в период строительства, отвалов после планировочных работ), затраты по снятию плодородного слоя, его укладке в специальные отвалы, затраты по организации породных отвалов и др.

Экономическая целесообразность использования попутных полезных ископаемых и компонентов определяется сопоставлением стоимости дополнительно получаемой попутной продукции и дополнительных капитальных и эксплуатационных затрат, связанных с ее получением.

Минимальное промышленное содержание полезного компонента – это такое содержание, при котором извлекаемая ценность минерального сырья обеспечивает возмещение эксплуатационных затрат на получение товарной продукции при нулевой рентабельности производства.

По комплексным месторождениям, у которых ряд компонентов может рассматриваться в качестве основных, минимальное промышленное содержание рассчитывается по содержанию одного из них, имеющего максимальную извлекаемую ценность на данном месторождении.

Экономический эффект от использования попутных полезных ископаемых учитывается при расчете минимального промышленного содержания путем исключения из эксплуатационных затрат на добычу основного полезного ископаемого доли затрат, учитываемых при определении себестоимости конечной товарной продукции из попутных полезных ископаемых.

Одним из путей улучшения экологической ситуации на Украине является утилизация отходов, в частности, крупнотоннажных отходов – шламов и пылей газоочисток доменного и сталеплавильного производств. Разработка новых технологий по переработке промышленных отходов требует оценки эффективности инвестиций, что обуславливает актуальность поставленной проблемы. В УкрНИИЭП разработана перспективная технология утилизации ценных компонентов (Zn, Pb, Fe) из шламов и пылей газоочисток основного металлургического производства (см. раздел 6).

Проведены эксперименты на пробах крупнотоннажных отходов газоочисток металлургических заводов Украины, Российской Федерации, Молдовы, Беларуси, Германии. Исследованы процессы получения вяжущих, гипсового камня и стеновых панелей из нейтрализованного фосфогипса (см. раздел 7). Экономическая эффективность инвестиций в утилизацию отходов промышленного производства характеризуется такими показателями, как экономический эффект, коэффициент экономической эффективности и срок окупаемости [19-22].

Экономический эффект определяется по разности между стоимостной оценкой результата за расчетный период (P_T) и стоимостной оценкой затрат за этот период ($З_T$), т.е.:

$$\mathcal{E}_m = P_m - З_m \quad (9.22)$$

Утилизация цинксодержащих отходов предусматривает получение двух видов товарной продукции: цинкового концентрата и железорудных окатышей. Отсюда стоимостная оценка результата за расчетный период рассчитывается как:

$$P_m = B_p - НДС - C_{сум} - H, \quad (9.23)$$

где B_p – выручка от реализации получаемых по новой технологии товарных продуктов – цинкового концентрата и железорудных окатышей.

B_p вычисляют по формуле:

$$B_p = \Pi_{цк} \times K_{цк} - \Pi_{ожс} \times K_{ожс}, \quad (9.24)$$

где $\Pi_{цк}$, $\Pi_{ожс}$ – цена 1т цинкового концентрата и железорудных окатышей, соответственно;

$K_{цк}$, $K_{ожс}$ – объемы производства цинкового концентрата и железорудных окатышей, соответственно;

НДС – налог на добавленную стоимость;

$C_{сум}$ – себестоимость суммарной продукции;

H – налог на прибыль.

Для расчета себестоимости суммарной продукции важно формирование банка данных. В них использованы результаты исследования, сложившиеся нормы и нормативы доменного и сталеплавленного производств, а также законодательные акты Украины. В качестве статей затрат в калькуляцию себестоимости суммарной продукции использованы [19-22]:

- вспомогательные материалы;
- топливо на технологические нужды;
- электроэнергия на технологические нужды;
- основная заработная плата производственных рабочих;
- дополнительная заработная плата производственных рабочих;
- отчисления на социальное страхование;
- расходы на содержание и эксплуатацию оборудования;
- общепроизводственные расходы;
- административные расходы;
- расходы на сбыт получаемой продукции.

Сумма перечисленных затрат составляет полную себестоимость суммарной продукции.

Стоимостная оценка затрат вычисляется по формуле:

$$Z_m = E_n \times C_{об}, \quad (9.25)$$

где E_n – нормальный коэффициент эффективности (в условиях рыночной экономики принимается с учетом процента за банковский кредит;

$C_{об}$ – объем инвестиций в оборудование.

Коэффициент эффективности инвестиций рассчитывается отношением чистой прибыли к объему инвестиций ($C_{об}$), т.е.

$$E_p = (B_p - НДС - C_{сум} - H) / C_{об}, \quad (9.26)$$

Срок окупаемости инвестиций составляет:

$$T_p = C_{об} / (B_p - НДС - C_{сум} - H), \quad (9.27)$$

На основании исходных данных (табл. 9.5), полученных при разработке новой технологии утилизации ценных компонентов (Zn, Pb, Fe) из пылей и шламов газоочисток металлургического производства в условиях МК им. Ильича, определены ее основные технико-экономические показатели (производительность 110 тыс. т/год сырья).

Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности инвестиций в утилизацию отходов металлургической промышленности.

Таблица 9.5

Технико-экономические показатели утилизации отходов МК им. Ильича.

Наименование показателей	Единица измерения	Значение
Выручка от реализации	тыс. \$	5203,2
Цинкового концентрата	тыс. \$	1760,0
Железорудных окатышей	тыс. \$	3443,2
Налог на добавленную стоимость	тыс. \$	1040,64
Себестоимость суммарной продукции	тыс. \$	1040,64
Налогооблагаемая прибыль	тыс. \$	1554,661
Налог на прибыль	тыс. \$	466,398
Стоимостная оценка результата	тыс. \$	1088,262
Стоимостная оценка затрат	тыс. \$	225,00
Экономический эффект	тыс. \$	863,262
Коэффициент эффективности		0,73
Срок окупаемости инвестиций	лет	1,378

ЛИТЕРАТУРА К РАЗДЕЛУ 9

1. Устименко В.А., Тархов П.В., Рыбалов А.А. Практические вопросы оценки негативных последствий загрязнения атмосферы статистическими методами//Актуальные вопросы экономики природопользования: теоретические и практические аспекты. Под ред. О.Ф. Балацкого. – Сумы, 1990, С. 120-132.
2. Отчет НИИ ОКГ АМН. Гос. номер рег.: 0182.306.5821.- М., 1985, С. 267.
3. Методические указания по прогнозу загрязнения воздуха в городах. Под ред. М. Е. Берлянда. – Л.: Гидрометеиздат, 1979, С. 80.
4. Методические рекомендации по комплексной эффективности мероприятий, направленных на ускорение научно-технического прогресса. – М.: 1988, С. 86.
5. Пак Л.А. Уровень загрязнения и затраты на охрану окружающей среды//Экономико-географические проблемы разрешения производительных сил и комплекс развития экономических районов КазССР. Т. 1. – Алма-Ата: Наука, 1976, С. 182-188.
6. Безкопыльный И.Н. Методические подходы к установлению реальной нагрузки воздействия на человека, группы сходных по химической структуре соединений//Гигиена и санитария. 1986. №11, С. 11-13.
7. Губернский Ю.Д. и др. Научное обоснование гигиенических мероприятий по оздоровлению объектов окружающей среды. – М., Медицина, 1983, С. 36-39.

8. Рыбалов А.А., Черепов Е.М. Математическое обоснование комплексного показателя оценки качества окружающей среды//Гигиена жилой сферы. – М.: 1987, С. 135-140.
9. Черепов Е.М., Ионкина С.Ф., Рыбалов А.А. Гигиенические аспекты развития производительных сил в крупных экономических районах страны//Гиг. и сан. 1986. №8., С. 57-59.
10. Пенчеева П.К. Критерии комплексной оценки загрязнения атмосферы//Гиг. и сан.- 1982. №9, С. 74-76.
11. Временные инструктивно-методические указания по оценке состояния загрязнения атмосферного воздуха/НИИ ОКГ им. А.И.Сысина. – М., 1977. 28 с.
12. Комплексная оценка эффективности мероприятий, направленных на ускорение научно-технического процесса: Методические рекомендации и комментарий по их применению. – М.: 1989. 120 с.
13. Закон Украины «О налогообложении прибыли предприятий» от 28.12.1994г. №334/94-ВР с изменениями и дополнениями.
14. Положения (стандарты) Бухгалтерского учета П(С) БУ 7 «Основные фонды», приказ №92 от 27.04.00 г МФУ с изменениями и дополнениями с приказами МФУ №304 от 30.11.00, №989 от 25.11.2002, №731 от 22.11.04, №235 от 16.03.06, №1176 от 11.12.06.
15. Положения (стандарты) Бухгалтерского учета П(С) БУ 16 «Затраты», приказ МФУ от 31.12.1999 №318 с изменениями и дополнениями в соответствии с приказами МФУ №131 от 14.06.2000, №304 от 30.11.2000, №989 от 10.12.2002, №1176 от 12.2006.
16. Временная типовая методика оценки экономического ущерба, причиняемая народному хозяйству загрязнением окружающей среды и определения эффективности природоохранных мероприятий.- М.: ЦЭМИ АН СССР, 1987. – С. 97.
17. Временная отраслевая методика оценки экономического ущерба от загрязнения атмосферы выбросами предприятий черной металлургии (проект)//Сумский ф-л ХПИ, – Сумы, 1987. С. 47.
18. Типовая методика определения экономической эффективности и экономического стимулирования осуществления природоохранных мероприятий и экономической оценки ущерба от загрязнения окружающей среды (проект). – М., 1987. С. 47.
19. Касимов А.М., Романовский А.А., Жадан Л.В. Эколого-экономическая целесообразность утилизации отходов газоочисток доменного и сталеплавильного производств//Зб.наук. праць Луганського національного аграрного університету. Сер.: Техн. Науки. №81. –Луганск: Елтон-2. 2008, С. 470-476.

20. Касимов А.М., Александров А.Н., Плющев В.В. Внедрение системы экологического менеджмента и организация управления промышленными отходами на предприятии//Вестник науки и техники. Научно-техн. журнал. Вып. 1. 2002, С. 78-82
21. Касимов А.М., Александров А.Н. Эколого-экономическая оценка освоения техногенного месторождения ценных компонентов//Вестник науки и техники. Научно-техн. журнал. Вып. 1. 2002, С. 82-88.
22. Касимов А.М., Александров А.Н.//Сб.тр. X Междунар. научно-техн. конф. «Экология и здоровье человека. Охрана водного и воздушного бассейнов. Утилизация отходов», – Щелкино, АР Крым. Водгео. 2002, С. 507-510.

Дополнительная литература

1. Одум Г., Одум Э. Энергетический баланс человека и природы.- М., 1979. 379 с.
2. Реймерс Н. Ф., Яблоков А. В. Словарь терминов и понятий, связанных с охраной живой природы. М.; Наука, 1982. 99 с.
3. Реймерс Н.Ф. Природопользование. Справочник. – М.: Мысль, 1990. 64 с.
4. Попов А.В., Рыбалов Л.А. Экономические аспекты экологической безопасности//Механизм управления природопользованием//Тез. докл. Респ. науч.-техн. конф. – Сумы: 1993, С. 223-225.
5. ГОСТ 17.4.1.02.-83. Почва. Охрана природы. Классификация веществ для контроля загрязнения. – М.: Госкомстандарт. 1983.
6. Зырин Н.Г., Каплунова Е.В., Сердюкова А.В. Нормирование содержания тяжелых металлов в системе почва-растение//Химия в сельском хозяйстве. 1985. №2, С. 17-21.
7. Ильин В.В. Определение допустимых концентраций тяжелых металлов в почвах//Химия в сельском хозяйстве. 1982, №3, С. 5-7.
8. Лунев М.И., Спыну Е.И., Моложанова Е.Г. Нормативы допустимого содержания токсикантов в почве//Химия в сельском хозяйстве. 1985. №2., С. 13-18.
9. Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами. – М., 1987, С. 25.
10. Воробьева Л.А. О химической характеристике почвы//Научн. докл. Высш. школы. Биологические науки. – М.: 198У. №3, С. 11-20.
11. Гапонюк О.И. О мониторинге состояния почв при загрязнении//Химия в сельском хозяйстве. 1987, №4, С. 17-18.

- 12.Соколов М.С., Стрекозов Б.П. Последовательность и некоторые принципы нормирования пестицидов в почве//Химия в сельском хозяйстве. 1975. №5, С. 63-66,
- 13.Балацкий О.Ф., Дегтяренко А.Г. Актуальные вопросы экономики природопользования: теоретические и практические аспекты. – Сумы: 1990, С. 171.
- 14.Балацкий О.Ф. Эколого-экономические проблемы сельскохозяйственного производства. – К.: Урожай, 1992. 338 с.
- 15.Статистика окружающей среды. – М., Ф и С, 1981, С. 222,
- 16.Рыбалов А.А., Черепов Е.М. Математическое обоснование комплексного показателя оценки качества ОПС//Гигиена жилой сферы. 1987. С. 135-140.
- 17.Гусев А.А. Макроэкономический анализ эффективности противозагрязняющей деятельности.//Экономические проблемы оптимизации природопользования.— М.: Наука, 1983, С. 183.

РАЗДЕЛ 10

ЭКОЛОГО-АНАЛИТИЧЕСКИЕ И САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ОПАСНЫХ ОТХОДОВ, ИХ ПРИГОДНОСТИ К УТИЛИЗАЦИИ И ВЛИЯНИЕ НА ОПС

10.1. Оценка опасности и токсичности отходов. Современные методы аналитического контроля и идентификации отходов, их классификация

На Украине оценка опасности и токсичности отходов осуществляется в соответствии с действующими нормативными документами эколого-санитарного законодательства.

Положениями [1-3] определено, что опасные отходы – это отходы, которые включены в раздел А Желтого перечня отходов, утвержденный Кабинетом Министров Украины, и имеют одну или больше опасных свойств, приведенных в перечне опасных свойств, утвержденный Минэкоресурсов, и включённые в Зелёный перечень, который утверждён Кабинетом Министров Украины, в случае, если они содержат материалы, приведенные в Приложении 2 к этому Положению, в таких количествах, которые могут обнаруживать опасные свойства, приведенные в указанном выше перечне опасных свойств. Желтый перечень включает раздел А и раздел Б.

В раздел А включены отходы в соответствии с перечнем А Базельской конвенции. Указанные перечни содержат информацию о видах отходов, их номерах в соответствии с перечнем А Базельской конвенции, кодовых номерах Гармонизированной системы описания и кодирования товаров, принятой в соответствии с Брюссельской конвенцией (код ГС) и др. В раздел Б включены отходы, которые приведены в дополнении 2 к Базельской Конвенции.

Опасные отходы в случае их трансграничной перевозки подлежат классификации согласно Международному коду идентификации отходов, кроме случаев, когда трансграничная перевозка осуществляется на основании соответствующего международного договора, в котором отмечается другой метод классификации.

На Украине номенклатура ПО, в соответствии с которой ведется государственный статистический учет отходов, разработана МинПрироды Украины согласно государственному классификатору ГК 005-96 «Класифікатор відходів» и утверждается Госкомстатом Украины [4,5].

Представляет интерес информация о методических подходах в разных странах по решению проблемы оценки токсичности опасных отходов. В Белоруссии разработаны научно обоснованные методы

установления класса токсичности ПО [6]. В результате проведенных исследований предложена принципиальная схема оценки токсичности ПО в зависимости от их физико-химического состава.

Определены критерии оценки ТО на теплокровных животных и *Tetrahymena pyriformis* в острых, подострых и хронических экспериментах; разработаны методы пробоподготовки отходов для проведения исследований; предложены и адаптированы: тест Эймса для определения мутагенной активности ПО с использованием различных штаммов *Salmonella thyphimurium* TA-100, TA-98, TA-97, TA-102 в вариациях с метаболической активацией и без метаболической активации; методика изучения фитотоксического действия ПО с использованием семян сельскохозяйственных растений и их проростков;

Изучено их модифицирующее воздействие на процессы клеточной гибели и дифференцировки в культуре клеток эмбриональных фибробластов мыши; исследованы отдаленные эффекты в тестах с использованием прудовика *Lymnaea stagnalis*; изучены состав и параметры миграции вредных веществ из ПО в модельные среды. В процессе апробации методик установлена их высокая чувствительность.

В США для оценки токсичности ПО применяют методы тестирования: биологические (на лабораторных рыбах и крысах, в частности, на рыбах – статический тест, на крысах – тест на острую пероральную токсичность); химические (воспламеняемость, коррозивность, обязательный перечень опасных химических соединений), тесты на реакционную активность и вымываемость [7].

В штате Калифорния используют 2 метода определения токсичности отходов: *TCLP* (процедура характеристики токсичных смывов) и *WET* (тест экстракции из отходов) [8]. Оба метода моделируют смыв веществ с отходов в сточные воды и их результаты представляются в мг вещества на литр экстрагента. К ним прилагаются списки токсичных веществ с действующими нормативными величинами.

Методика обеспечения и постановки методов приведены в табл. 10.1.1.

Таблица 10.1.1

Обеспечение и методы оценки токсичности отходов

TCLP	WET
20-кратное «разведение» порции твёрдого отхода в экстрагирующей жидкости	10-кратное «разведение» порции твёрдого отхода в экстрагирующей жидкости
Уксусная кислота в качестве экстрагента	Лимонная кислота в качестве экстрагента
Время экстракции – 18 часов	Время экстракции – 48 часов
Определяется 7 неорганических и 23 органических веществ	Определяется 19 неорганических и 18 органических веществ

Конкретный вид отходов официально причисляется к токсичным

если после процедуры TCLP в элюэнте обнаруживаются вещества, указанные в табл. 10.1.2 в концентрациях, равных или превышающих нормативные.

Таблица 10.1.2

Перечень нормативных величин химических веществ, которые определяют токсичность отходов

Вещество	Норматив в мг/л	Вещество	Норматив в мг/л
Мышьяк	5.0	Гексахлорэтан	3.0
Барий	100.0	Свинец	5.0
Бензол	0.5	Гексахлорциклогексан	0.4
Кадмий	1.0	Ртуть	0.2
Тетрахлоруглерод	0.5	Метоксихлор	10.0
Хлордан	0.03	Метил-этилкетон	200.0
Хлорбензол	100.0	Нитробензол	2.0
Хлороформ	6.0	Пентахлорфенол	100.0
Хром	5.0	Пиридин	5.0
Крезол	200.0	Селен	1.0
1,4-дихлорбензол	7.5	Серебро	5.0
1,2-дихлорэтан	0.5	Тетрахлорэтилен	0.7
1,1-дихлорэтилен	0.7	Токсафен	0.5
2,4-динитротолуол	0.13	Трихлорэтилен	0.5
Эндрин	0.02	2,4,5-трихлорфенол	400.0
Гексахлорбензол	0.13	2,4,6-трихлорфенол	2.0
Гексахлорбутадиен	0.5	Винилхлорид	0.2

Если после процедуры WET в элюэнте обнаруживаются нижеперечисленные устойчивые и биологически аккумулируемые токсические вещества в концентрациях равных или превышающих утвержденные нормативные величины (STLC), то отход классифицируется как ТО и ОпО. Если в самом отходе концентрация этих веществ превышает нормативные величины (TTLC), то отход также классифицируется как ТО (табл. 10.1.3 и 10.1.4).

Таблица 10.1.3

Перечень нормативных концентраций органических химических веществ для определения токсичности и опасности отходов

Вещество	STLC, мг/л	TTLC, мг на кг сырого веса
Альдрин	0.14	1.4
Хлордан	0.25	2.5
DDT, DDE, DDD	0.1	1.0
2,4-дихлорфеноксиуксусная к-та	10	100
Диэлдрин	0.8	8.0
Диоксин (2,3,7,8-TCDD)	0.001	0.01
Эндрин	0.02	0.2
Кепон	2.1	21

Вещество	STLC, мг/л	TTLC, мг на кг сырого веса
Органические соединения свинца	--	13
Линдан	0.4	4.0
Метоксиклор	10	100
Мирекс	2.1	21
Пентахлорфенол	1.7	17
Полихлорированные бифенилы (PCBs)	5.0	50
Токсафен	0.5	5
Трихлорэтилен	204	2040
2,4,5-трихлорфеноксипропионовая кислота	1.0	10

Таблица 10.1.4

Перечень нормативных концентраций неорганических химических веществ для определения токсичности и опасности отходов

Вещество	STLC, мг/л	TTLC, мг на кг сырого веса
Сурьма и/или соединения	15	500
Мышьяк и/или соединения	5.0	500
Асбест		1.0 (процентов)
Барий и/или соединения (кроме барита)	100	10,000
Бериллий и/или соединения	0.75	75
Кадмий и/или соединения	1.0	100
Соединения хрома 6-валентного	5	500
Хром и соединения хрома 3-х валентного	5	2500
Кобальт и/или соединения	80	8000
Медь и/или соединения	25	2500
Фторные соли	180	18000
Свинец и/или его соединения	5.0	1000
Ртуть и/или соединения	0.2	20
Молибден и/или соединения	350	3500
Никель и/или соединения	20	2000
Селен и/или соединения	1.0	100
Серебро и/или соединения	5	500
Таллий и/или соединения	7.0	700
Ванадий и/или соединения	24	2400
Цинк и/или соединения	250	5000

Примечание: значения STLC и TTLC считаются по концентрации элементов, а не их соединений.

Литература к подразделу 10.1

1. Державні санітарні правила та норми ДСанПіН 2.2.7. 029-99 "Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення" від 01.07.99.

2. Постанова Кабінету Міністрів України "Про затвердження Порядку ведення реєстру місць видалення відходів" від 03.08.98, №1216.
3. Постанова КабМіна України "Про затвердження Положення про контроль за транскордонними перевезеннями небезпечних відходів та їх утилізацією/видаленням і Жовтого та Зеленого переліків відходів" від 13.07.00, №1120.
4. Постанова КабМіна України "Про затвердження Порядку ведення державного обліку та паспортизації відходів" від 01.11.99, №2034.
5. Наказ МінПрироди України «Про затвердження Інструкції про зміст і складання паспорта місць видалення відходів» від 14.01.99, №12.
6. Котеленец А.И., Марусич Н.И., Кремко Л.М. и др. «Разработать и научно обосновать современные методы установления класса токсичности промышленных отходов». Отчёт о НИР. 2004. 116 с.
7. Biological Testing Methods 80-12 For the Designation of Dangerous Waste [Електронний ресурс], Department of Ecology Publication #80-12, April 1997, <http://www.texascenter.org/almanac/Waste/industrialch9p1.html>
8. Chemical Testing Methods for Designating Dangerous Waste [Електронний ресурс], WAC 173-3, Federal Toxicity Characteristics (USA), Title 22 CCR, §66261.24(a)(1), 03-090 and 100, Department of Ecology Publication #97-407, February 1998, <http://www.texascenter.org/almanac/Waste/industrialch9p1.html>

10.2. Расчетные и экспериментальные методы определения классов опасности и токсичности отходов

Определение класса опасности ПО осуществляется [1]:

- экспериментальным путем на лабораторных животных согласно ГОСТ 12.1.007-76 в учреждениях, аккредитованных на этот вид деятельности;
- расчетным методом, когда установлен физико-химический состав отходов, по LD₅₀ или ПДК экзогенных химических веществ в почве[2].

Определение КО расчетным методом

Если для конкретного вида ПО разработана и внедрена технология утилизации, обезвреживания или обработки, которые приводят к устранению или значительному уменьшению их отрицательного влияния на биоценозы объектов ОПС, прежде всего почву, нужно определять КО по LD₅₀ согласно формулам 10.2.1 и 10.2.2:

$$K_i = \lg(LD_{50i}) / (S + 0,1F + C_{bi}), \quad (10.2.1)$$

где K_i – индекс токсичности каждого химического ингредиента, который входит в состав ПО, величину K_i округляют до первого знака после запятой;

$\lg LD_{50}$ – среднесмертельной дозы химического ингредиента при введении в желудок (LD_{50} – находят из [1]);

S – коэффициент, который отображает растворимость химического ингредиента в воде (из [1] находят растворимость химического ингредиента в воде в г/100 г воды при температуре не выше 25°C; эту величину делят на 100 и получают безразмерный коэффициент S , который в большинстве случаев находится в интервале от 0 до 1);

F – коэффициент летучести химического ингредиента (из [1]) определяют давление насыщенного пара в мм рт. ст. ингредиентов ПО при $T = 25^\circ\text{C}$, которые имеют температуру кипения при 760 мм рт. ст. не выше 80°C; полученную величину делят на 760 и получают безразмерную величину F , которая находится в интервале от 0 до 1);

C_b – количество данного ингредиента в общей массе отхода, т/т;

i – порядковый номер конкретного ингредиента.

После расчета K_i для ингредиентов ПО, выбирают не больше 3, но не меньше 2 ведущих, которые имеют наименьшие K_i ; при этом $K_1 < K_2 < K_3$, кроме того, должно выполняться условие $2 \times K_1 > K_3$.

$$K_\Sigma = \frac{1}{n^2} \times \sum_{i=1}^n K_i, \quad n \leq 3, \quad (10.2.2)$$

где K_Σ – суммарный индекс опасности. Он исчисляется при помощи 2-3 выбранных индексов токсичности, после чего, по данным *табл. 10.2.1* определяют класс опасности и степень токсичности отхода.

Таблица 10.2.1

Классификация опасности и токсичности отходов по LD_{50} .

Величина K_Σ , полученная на основе LD_{50}	Класс опасности	Степень токсичности
Меньше 1,3	I	Чрезвычайно опасные
От 1,3 до 3,3	II	Высокоопасные
От 3,4 до 10	III	Умеренно опасные
От 10 и больше	IV	Малоопасные

При отсутствии LD_{50} для ингредиентов ПО, но при наличии КО этих ингредиентов в воздухе рабочей зоны (ГОСТ 12.1.005-88), необходимо в (10.2.1) подставить условные величины LD_{50} , которые определены ориентировочно по показателям класса опасности в воздухе рабочей зоны (*табл. 10.2.2*).

Таблица 10.2.2

Классы опасности ингредиентов отходов воздухе рабочей зоны и соответствующие условные величины LD₅₀.

Класс опасности в воздухе рабочей зоны	Эквивалент LD ₅₀	Lg (LD ₅₀)
I	15	1.176
II	150	2.176
III	5000	3.699
IV	> 5000	3.778

Учитывая то, что значительная часть ОпО не имеет внедренных апробированных схем утилизации, обезвреживания или обработки и удаляется методом захоронения или используется в виде примесей или прослоек на полигонах ПО, т.е. может иметь непосредственный контакт с объектами окружающей среды, поэтому для определения класса опасности таких ПО нужно применять ПДК их химических составных частей в почве, согласно формуле 10.2.3:

$$K_i = \frac{ПДК_i}{S + 0,1F + C_b}, \quad (10.2.3)$$

где $ПДК_i$ – предельно допустимая концентрация токсического химического вещества в почве [9], которое содержится в ПО;

K_i , S , C_b , F , i – обозначения в (10.2.1).

Величину K_i округляют до 1-го знака после запятой.

После расчета K_i для ингредиентов ПО, выбирают не более 3-х, но не менее 2-х ведущих, которые имеют наименьшие K_i ; при этом $K_1 < K_2 < K_3$, кроме того, должна выполняться условие $2 \times K_1 > K_2$ или K_3 .

Потом рассчитывается суммарный индекс токсичности (K_σ) согласно (10.2.3), после чего, по табл. 10.2.3 определяют КО и степень токсичности отхода.

Таблица 10.2.3

Классификация опасности отходов по ПДК химических веществ в почве

Величина K_Σ , полученная на основе ПДК в почве	Класс опасности	Степень токсичности
Меньше 2	I	Чрезвычайно опасные
От 2 до 16	II	Высокоопасные
От 16,1 до 30	III	Умеренно опасные
От 30,1 и больше	IV	Малоопасные

Утверждение КО промышленных отходов проводит Минздрав Украины по согласованию с МинПрироды Украины. Государственный контроль за соблюдением требований настоящих санитарных правил и

норм возлагается на учреждения государственной санитарно-эпидемиологической службы согласно статье 31 Закона Украины "Об обеспечении санитарного и эпидемического благополучия населения".

С 01.07.02 г. в России введен в действие межгосударственный стандарт [2], в котором изложена методика определения класса токсичности ПО при составлении паспорта опасности отходов. Предусматривается, что класс токсичности отходов определяют предприятия или по их поручению компетентные организации или учреждения. Данные оформляют в виде таблицы приложения к паспорту. Определение класса токсичности рекомендуется проводить при изменении технологии производства или замене используемого сырья, а также в любых других случаях, когда может измениться химический состав ПО.

Состав отходов определяют методами физического, физико-химического, химического анализа или на основании состава первичного сырья, из которого образовались отходы, и технологических режимов, которым подвергалось это сырье. Количественный состав (относительную концентрацию каждого компонента в общей массе ПО, обозначаемую C_i) выражают в мг/кг ПО.

При этом определяемое значение должно представлять собой верхнюю границу концентрации данного компонента в общей массе, т.е. соответствовать термину «не более». Поэтому сумма концентраций всех компонентов C_i , из которых состоят ПО, не может быть менее, но может быть более единицы. Для каждого компонента ПО указывают экологогигиенические параметры, на основании которых вычисляют класс токсичности отходов и указывают единицы измерения (мг/дм³, мг/м³, мг/кг живого веса, р. р.т. и т.д.).

Параметры компонентов и их значения выбирают из приложений документа. Обязательно приводят полные библиографические данные использованного источника информации. При наличии нескольких параметров (LD_{50}) для разных видов животных, растворимость из разных справочников и т.д.) выбирают значение, соответствующее максимальной опасности, т.е. наименьшую LD_{50} , наибольшую растворимость и т.д.

При отсутствии необходимого параметра допускается использовать ближайший по смыслу показатель: например, вместо LD_{50} при пероральном поступлении берут аналогичную величину, полученную при внутривенном, внутрибрюшинном и др. путей введения ксенобиотика в организм. При отсутствии ПДК можно взять ОБУВ, ОДУ и т.д., временный расчетный параметр (норматив), а также соответствующий зарубежный норматив, при этом указывают параметр, использованный вместо близкого по смыслу, а также источник, из которого взят этот параметр.

Для каждого показателя анализируемого компонента отходов Приложения А проставляют балл токсичности от 1 до 4. Для определения

индекса токсичности компонента ОпО используют не более 12 параметров из приведенных в таблице. Приоритетность выбора 12 показателей из большего числа определяется их порядковым номером в таблице. Показатели с порядковыми номерами 13, 14 и т.д. используют для расчета класса токсичности в том случае, если информация по показателям 1–12 отсутствует. Затем определяют показатель токсичности данного компонента ОпО по информационному индексу (показатель 30), для чего общее число показателей, по которым найдена информация, делят на максимально используемое число показателей (12).

По полученному значению присваивают балл по информационному фактору. Сумму баллов по всем показателям делят на общее число использованных показателей (включая показатель токсичности по информационному фактору) и получают средний арифметический балл токсичности данного компонента отходов (X_i). На основании среднего балла определяют условную нормативную величину данного компонента отходов W_i по формуле арифметического балла токсичности данного компонента отходов.

Условная нормативная величина W_i по смыслу близка к максимально действующей концентрации данного компонента в отходах, при непревышении которой вероятность токсичного воздействия данного вещества на здоровье людей и окружающую среду близка к нулю. Индекс токсичности данного компонента в отходах K_i определяют по формуле.

Общий индекс токсичности отхода K_s определяют по сумме индексов токсичности всех компонентов отходов:

$$K_s = K_1 + K_2 + \dots + K_n.$$

По значению K_s определяют класс токсичности отходов (табл. 10.2.4).

Таблица 10.2.4

Классы токсичности отходов в зависимости от K_s

Класс токсичности	I	II	III	IV	Неопасные
Суммарный индекс опасности K_s	Более 10000	10000-1000	999-100	99-10	Менее 10

Следует отметить, что опыт использования специалистами НИИ экологических проблем Минприроды Украины и Харьковского национального медицинского университета МОЗ Украины свидетельствует, что нормативный документ [1] должен быть пересмотрен с целью ужесточения требований к охране объектов ОПС и здоровья человека.

В частности, расчетный метод определения КО по [1] при анализе

отходов, представляющих многокомпонентные смеси, предполагает возможность усреднения в математической модели до 3-х химических компонентов отходов. Естественно, этим упрощается задача, но при этом могут быть исключены из рассмотрения соединения, представляющие значительную опасность для окружающей среды и здоровья человека.

В настоящее время в реальных условиях Украины сложилась ситуация, когда на предприятиях в результате многолетнего складирования отходов в их составе сложились сложные многокомпонентные комплексы, аналитический контроль которых под силу только крупным аналитическим лабораториям, располагающим соответствующим персоналом высокой квалификации.

На практике сегодня расчетные методы определения КО позволяют брать у заказчика устаревшие технологические данные о составе отходов и, используя литературные данные о токсичности отдаленных аналогов химических веществ, которые далеко не отображают реальный состав оцениваемых отходов, присваивать им класс опасности без токсикологической оценки отходов в эксперименте на теплокровных. К сожалению, надо признать, что по целому ряду причин таблицы санитарных правил, по которым определяется класс опасности, дают возможность разработчикам свободной трактовки результатов расчетов конечного результата.

Учитывая реальную опасность для ОПС и здоровья населения, а также сложность состава опасных промышленных отходов в Украине необходимо предоставлять лицензии на право оценки классов опасности только тем учреждениям и организациям, которые располагают соответствующей аналитической и экспериментальной базой. В нормативные документы необходимо внести соответствующие изменения по параметрам таблиц, а также запрет на применение расчетного метода определения класса опасности промышленных отходов без проведения экспериментальных токсикологических исследований.

Литература к подразделу 10.2

1. Державні санітарні правила та норми ДСанПіН 2.2.7. 029-99 "Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення" від 01.07.99
2. Паспорт токсичности отходов: Межгосударственный стандарт: ГОСТ 30774.-2001. – (действ.от 01.07.2002). – Минск.: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2002. 18с.

10.3. Медико-экологические и социальные аспекты в системах управления отходами

Ежегодно в поверхностных хранилищах Украины складывается более 1,5 млрд. т ПО. Общий объем их накопления на территории Украины по минимальным оценкам достигает 28 млрд. т., из них, приблизительно, 2% относятся к категории высокотоксичных [1].

В резолюции международной конференции [2] отмечено, что объемы накопленных в Украине отходов позволяют отнести ее к одной из наиболее техногенно нагруженных стран мира.

Продолжают функционировать сотни полигонов ПО, подавляющая часть которых находится в неудовлетворительном техническом состоянии, опасном для ОПС и здоровья населения. Не создана эффективная система контроля за распространением загрязнений от мест складирования отходов, что представляет экологическую и санитарно-эпидемиологическую угрозу.

Недостаточно развит механизм распределения ответственности за переработку упаковочных материалов и ряда отходов потребления (бытовой и электронной техники, автотранспортных средств и др.), слабо ведутся исследовательские и проектно-конструкторские работы в области утилизации биогаза, очистки территорий от СОЗ, не проводятся работы по гармонизации отечественного и международного законодательства в этой области.

Особое внимание на конференции было обращено на экономические и правовые аспекты, способствующие, затрудняющие или препятствующие реализации новых отечественных разработок, созданию новых технологий и производству оборудования, материалов, энергоресурсов, участию общественности в принятии решений, касающихся экологических проблем, внедрению в практику обращения с отходами системы экологического страхования. Конференция рекомендовала Верховному Совету Украины:

- расширить гигиенические исследования в сфере обращения с отходами производства и потребления. Вовлечение отходов в хозяйственный оборот должно сопровождаться своевременной и опережающей гигиенической оценкой данных ОпО и используемых технологий;
- ускорить разработку нормативных, правовых и инструктивно-методических документов, регламентирующих вопросы определения классов опасности отходов и категорий опасности объектов размещения отходов для ОПС, паспортизации ОпО и др.
- увеличить объем финансирования научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ в области биоэнергетики и создания комплексных технологий по переработке, складированию

и захоронению промышленных и твердых бытовых отходов.

Следует отметить, что на Украине создана государственная система обращения с отходами, которая регламентирована Законами Украины, условиями Базельской Конвенции, стандартами и нормативами экологического и санитарно-гигиенического законодательства.

Основные принципы государственной политики Украины в сфере обращения с отходами изложены в Законе Украины [3], который регулирует отношения, связанные с образованием, сбором, перевозкой, хранением, обработкой (переработкой), утилизацией, удалением, обезвреживанием и захоронением отходов.

Основными принципами государственной политики в сфере обращения с ОпО является приоритетная защита ОПС и здоровья человека от их отрицательного влияния; обеспечение экономного использования материально-сырьевых и энергетических ресурсов; научное обоснование и согласование экологических, экономических и социальных интересов общества относительно образования и использования ПО с целью обеспечения его постоянного развития.

К основным направлениям государственной политики относительно реализации указанных принципов принадлежат: а) обеспечение полного сбора и своевременного обезвреживания и удаления ПО и ОпО, соблюдение правил экологической безопасности при обращении с ними; б) сведение к минимуму образования отходов и уменьшение их опасности; в) обеспечение комплексного использования материально-сырьевых ресурсов; г) содействие максимально возможной утилизации ОпО путем прямого повторного или альтернативного использования; д) обеспечение безопасного удаления ОпО, которые не подлежат утилизации, путем разработки соответствующих технологий, экологически безопасных методов и средств обращения с ними; е) организация контроля за местами или объектами размещения ОпО для предотвращения вредного влияния их на ОПС и здоровье человека; ж) осуществление комплекса научно-технических и маркетинговых исследований для выявления и определения ресурсной ценности ОпО с целью их эффективного использования; з) содействие созданию объектов обращения с ОпО; и) обеспечение социальной защиты работников, занятых в сфере обращения с ними; к) обязательный учет отходов на основе их классификации и паспортизации.

В сфере обращения с ПО устанавливаются нормативы: предельные показатели образования отходов в технологических процессах; удельные показатели образования отходов, использования и потерь сырья в технологических процессах; другие нормативы, предусмотренные законодательством. Нормативы в сфере обращения с ОпО разрабатываются соответствующими министерствами, другими центральными органами исполнительной власти, предприятиями, учреждениями и организациями по согласованию со специально

уполномоченными органами исполнительной власти в сфере обращения с ОпО.

Система и формы отчетности, порядок предоставления и использования соответствующей информации об отходах, а также порядок просмотра их номенклатуры разрабатываются на основе государственного классификатора отходов и утверждаются специально уполномоченным центральным органом исполнительной власти в сфере обращения с отходами и других заинтересованных центральных органов исполнительной власти.

С целью обеспечения сбора, обработки, сохранения и анализа информации об объектах образования, обработке и утилизации ПО и ОпО ведется их регистр, в котором определяются номенклатура, объемы образования, количественные и качественные характеристики ОпО, информация об обращении с ними и мероприятия по уменьшению объемов образования ОпО и уровня их опасности.

Субъект хозяйственной деятельности, в собственности или в пользовании которого есть хотя бы один объект обращения с ОпО, обязан: обеспечить предотвращение загрязнения ими ОПС. В случае возникновения такого загрязнения он должен ликвидировать загрязнение и его следствия для ОПС и здоровья человека; принимать меры, направленные на предотвращение аварий, ограничение и ликвидацию их последствий и защиту людей и ОПС от их влияния; сообщать об аварии, которая произошла на указанном объекте, а также о мероприятиях, принятых для ликвидации ее последствий органам исполнительной власти, органам местного самоуправления и населению.

Необходимо обеспечивать эксплуатацию указанных объектов и перевозку ОпО с соблюдением требований природоохранного законодательства; иметь лицензию на осуществление операций в сфере обращения с ОпО; идентифицировать объекты обращения с опасными отходами согласно требований [10]; иметь план локализации и ликвидации аварии на объекте; иметь декларацию безопасности; предоставлять информацию о таких объектах согласно требований [8].

В случае нарушения субъектом хозяйственной деятельности лицензионных условий обращения с ОпО лицензия аннулируется в установленном законом порядке. К обращению с ОпО допускаются лица, которые имеют профессиональную подготовку, подтвержденную свидетельством (сертификатом) на право работы с опасными веществами, и не имеют медицинских противопоказаний.

Допуск работников к работе обеспечивается соответствующим должностным лицом предприятия, учреждения, организации. Перевозка ОпО разрешается лишь при наличии их паспорта и лицензии на обращение с ними и в порядке, определенном законодательством о перевозке опасных грузов.

Перевозка ОпО осуществляется при условии обязательного страхования гражданской ответственности перевозчика за ущерб, который могут быть причинён им при перевозке, согласно закону. Размещение опасных отходов разрешается лишь в специально оборудованных местах и осуществляется согласно лицензионным условиям относительно обращения с ОпО. Проведение других видов деятельности, не связанной с обращением с ОпО, на территории, отведенной для их размещения, запрещается.

Хранение опасных отходов на территории предприятий, учреждений, организаций – субъектов хозяйственной деятельности осуществляется в порядке, установленном КМУ. Предприятия, учреждения и организации – субъекты хозяйственной деятельности, на территории которых сохраняются ОпО, относятся согласно закону к объектам повышенной опасности. Ответственность субъекта хозяйственной деятельности, в собственности или в пользовании которого есть хотя бы один объект обращения с ОпО, за вред, который может быть причинён авариями на таких объектах жизни, здоровью, имуществу физических и/или юридических лиц, подлежит обязательному страхованию согласно закону.

С целью определения и прогнозирования влияния отходов на ОПС, своевременного выявления отрицательных последствий, их владельцы, а также специально уполномоченные органы исполнительной власти в области охраны ОПС и ядерной безопасности осуществляют мониторинг мест образования, хранения и удаления ОпО.

Хранение и удаление отходов осуществляются согласно требованиям экологической безопасности и способами, которые обеспечивают максимальное использование ПО или передачу их другим потребителям (за исключением захоронения). На каждое место или объект хранения или удаления ПО составляется специальный паспорт, в котором отмечаются наименование и код отходов (согласно государственному классификатору отходов), их количественный и качественный состав, происхождение, а также технические характеристики мест или объектов хранения или удаления и сведения о методах контроля и безопасной эксплуатации этих мест или объектов.

Согласно положениям [11-12] Государственный комитет Украины по вопросам регуляторной политики и предпринимательства Министерства охраны окружающей природной среды Украины утвердил лицензионные условия осуществления деятельности в сфере обращения с опасными отходами [13]. Процедура получения лицензии предусматривает, что субъект хозяйственной деятельности подает в министерство соответствующее заявление установленного образца.

При осуществлении операций в сфере обращения с ОпО согласно полученной лицензии субъекты хозяйственной деятельности обязаны обеспечить назначение на руководящие должности лиц со специальным

образованием по вопросам обращения с ОпО или лиц, которые имеют высшее или среднее техническое образование, а также имеют профессиональную подготовку относительно обращения с опасными веществами, что подтверждено удостоверением согласно Типовому положению об учении по вопросам охраны труда, утвержденному приказом Комитета по надзору за охраной труда Украины от 17.02.99 №27, зарегистрированным в Минюсте Украины 21.04.99 за №248/3541, и не имеют медицинских противопоказаний.

Субъекты хозяйственной деятельности обязаны иметь согласованную и утвержденную в установленном порядке нормативно-техническую документацию (технологический регламент, технические условия, государственный стандарт, локальные специальные правила, инструкции), по которым осуществляются определенные операции в сфере обращения с ОпО. Кроме того, субъекты хозяйственной деятельности для осуществления операций в сфере обращения с ОпО должны иметь материально-техническую базу:

- при осуществлении сбора ОпО – специально оборудованные транспортные средства, предназначенные для перевозки отходов соответствующего КО; специально отведенные и соответственно оборудованные места или объекты для временного хранения ОпО; герметичную тару для временного хранения отходов I КО; специальную тару для временного хранения отходов II и III КО; погрузо-разгрузочные механизмы согласно КО отходов и их агрегатного состояния;
- при осуществлении захоронения ОпО – специальное инженерное сооружение (полигон) для их захоронения, согласно требованиям [14, 15].

С целью контроля и регулирования количеств отходов Кабинет Министров Украины утвердил Порядок разработки, утверждения и пересмотра лимитов на образование и размещение отходов [16] в соответствии с положениями [3].

Лимит на образование отходов – максимальный объем отходов, на который у владельца отходов есть документально подтвержденное разрешение на передачу их другому владельцу (на размещение, утилизацию, обезвреживание и т.п.) или на утилизацию или размещение на своей территории.

Лимит учитывает нормативно допустимые объемы образования отходов – т.е. максимальный объем отходов, который может образоваться в результате технологического процесса при условии соблюдения установленного технологического регламента, а также удельный показатель накопления отходов – объём отходов конкретного вида, который образуется при производстве единицы продукции, переработке единицы сырья, предоставлении единицы услуги и т.п.

С целью систематизации и унификации информации относительно объектов образования, обработки и утилизации отходов, а также осуществления контроля за их состоянием, оценки объемов образования отходов и уровня их безопасности КМУ утвердил Порядок ведения регистров объектов образования, обработки и утилизации отходов [17]. Определено, что составление и ведение регистров осуществляют местные государственные администрации при участии органов Минприроды и МОЗ Украины на местах.

Финансирование работ по составлению и ведению регистров осуществляется за счет средств местных фондов охраны ОПС, а контроль за полнотой учета и качеством их ведения возлагается на органы Минприроды на местах. Критерием включения объекта в регистр является показатель общего образования отходов (ООО), который рассчитывается по формуле:

$$ООО = 5000 \times M1 + 500 \times M2 + 50 \times M3 + 1 \times M4,$$

где $M1$, $M2$, $M3$, $M4$ – условные единицы, значения которых равняются количеству образованных на объекте отходов по классам опасности (1, 2, 3, 4 КО, соответственно).

В регистр включаются объекты, для которых показатель общего образования отходов превышает предельное значение, что равняется 1000 условных единиц в год.

Постановлением КМУ утвержден «Порядок ведения государственного учета и паспортизации отходов», которым установлены единые правила ведения государственного учета ПО [18]. Определено, что их паспортизация – процесс последовательного сбора, обобщения и хранения сведений о каждом конкретном виде ПО, их происхождении, технических, физико-химических, технологических, экологических, санитарных, экономических и других показателях, методах их измерения и контроля, а также о технологиях их сбора, перевозки, хранения, обработки, утилизации, удаления, обезвреживания и захоронения.

Государственный учет ПО и ОпО основывается на данных наблюдений за их образованием и осуществлением операций обращения с ними и включает ведение первичного учета и государственную статистическую отчетность о них. Первичный учет ПО предприятия ведут согласно типичным формам первичной учетной документации с использованием технологической, нормативно-технической, планово-экономической, бухгалтерской и другой документации.

Номенклатура ПО, по которой ведется государственный статистический учет, разрабатывается МинПрироды Украины согласно государственному классификатору ДК 005-96 "Класифікатор відходів" и утверждается Госкомстатом Украины. Инвентаризация ПО и ОпО проводится на общих методологических основах согласно Положению об

организации бухгалтерского учета и отчетности в Украине, утвержденному постановлением КМУ от 3.04.93 г. №250. Паспортизация ведется предприятиями с целью их исчерпывающей идентификации и определения оптимальных путей обращения с ними.

С целью усиления контроля экологического состояния мест удаления отходов (МУО) и оценки их влияния на ОПС КМУ утвердил «Порядок ведения регистра мест удаления отходов» [19], который устанавливает требования к содержанию и составлению паспорта места удаления отходов. Специальный паспорт места удаления отходов (МУО) составляется владельцем отходов.

Паспорт составляется по материалам инвентаризации МУО на основании всего комплекса имеющейся информации, включая исходные данные проектов, материалы производственной паспортизации ПО, данные карточек и сведений прибыльно-расходных документов, данные мониторинга и специальных работ, сведения специально уполномоченных органов исполнительной власти в сфере обращения с ПО, материалы постоянно действующих комиссий по вопросам обращения с бесхозными ПО при местных государственных администрациях и органах местного самоуправления.

При отсутствии нужных данных относительно МУО владелец отходов осуществляет по требованию местной государственной администрации нужный объем исследований, работ или наблюдений, достаточных для составления паспорта МУО.

Объем и сроки проведения соответствующих работ согласовываются с местной государственной администрацией, ответственной за ведение регистра МУО, а также с органом МиПрироды Украины на местах. Относительно бесхозных ПО дополнительное обследование для получения нужной информации осуществляется по доверенности местной государственной администрации. Владельцы МУО несут ответственность за достоверность и полноту информации, приведенной в паспорте.

Паспортизация ПО предусматривает составление и ведение паспортов отходов, паспортов МУО, регистрационных карт объектов образования, обработки и утилизации ПО согласно государственному классификатору ДК 005-96 "Класифікатор відходів".

На достижение этих же задач направлено Постановление КабМина Украины [20], в соответствии с которым утвержден порядок определения нормативов сбора за загрязнение ОПС. Украина придерживается условий обращения с отходами, регламентированных международными соглашениями. В качестве примера необходимо привести условия Базельской Конвенции [21].

Нельзя не отметить акцентированную социальную направленность этого международного документа, которая отражена в преамбуле Конвенции.

Стороны настоящей Конвенции:

- учитывая риск нанесения ущерба здоровью человека и окружающей среде опасными и другими отходами и их трансграничной перевозкой;
- сознавая, растущую угрозу здоровью человека и окружающей среде в результате роста производства и трансграничной перевозки опасных и других отходов и их сложного характера;
- будучи убеждены, что государства должны принимать необходимые меры для обеспечения того, чтобы использование опасных и других отходов включая их трансграничную перевозку и удаление, было совместимо с охраной здоровья человека и окружающей среды независимо от места их удаления;
- сознавая также, что наиболее эффективным способом защиты здоровья человека и окружающей среды от угрозы создаваемой такими отходами является сокращение до минимума их производства с точки зрения количества и/или их опасного потенциала;
- отмечая, что государства должны обеспечивать, чтобы производитель выполнял обязанности в отношении перевозки и удаления опасных и других отходов производства, способом совместимым с охраной окружающей среды независимо от места их удаления;
- принимая во внимание Декларацию ООН по проблемам окружающей среды (Стокгольм 1972), Каирские руководящие положения и принципы в отношении экологически оправданного использования опасных отходов, принятые Советом управляющих Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП) в решении 14/30 от 17 июня 1987 года, рекомендации Комитета экспертов ООН по перевозке опасных грузов (сформулированные в 1957 году и обновляемые каждые два года), соответствующие рекомендации декларации, документы и правила, принятые в рамках системы ООН, а также работу и исследования, проводимые в других международных и региональных организациях;
- учитывая дух, принципы, цели и задачи Всемирной хартии природы, принятой на тридцатой сессии Генеральной Ассамблеи ООН 1982 в качестве правил поведения в отношении охраны окружающей среды и сохранения природных ресурсов;
- подтверждая: что государства отвечают за выполнение своих международных обязательств в отношении охраны здоровья человека и защиты и сохранения окружающей среды и несут ответственность в соответствии с международным правом.

Следует отметить, четкость, практичность, конкретность положений Конвенции:

- не разрешать экспорт опасных или других отходов в государства или группу государств, относящихся к организации по экономической и/или политической интеграции, которые являются Сторонами, в частности, развивающиеся страны, которые в рамках своего законодательства запретили весь импорт, либо если у нее есть основания полагать, что использование этих отходов не будет осуществляться экологически обоснованным образом, в соответствии с критериями, которые будут определены Сторонами на их первом совещании;
- стороны считают незаконный оборот ОпО или других отходов преступным деянием.

Приложения Конвенции регламентируют конкретную классификацию отходов по производствам и приоритетным химическим ингредиентам.

Следует отметить, что Украина пока не создала правовую базу для использования методологии оценки риска здоровью населения и управления ими в связи с влиянием вредных факторов, в т.ч. и опасных отходов, которая положена в основу деятельности всех международных организаций (Всемирная организация здоровья; Организация по экономическому сотрудничеству и развитию; Международная торговая организация; ФАО/ВОЗ; Программа ООН по защите ОПС; Международная программа по химической безопасности), а также правительственных ведомств США, Канады, Великобритании, Австрии, Швеции, России и др.

Однако, на современном этапе ведущие отечественные гигиенисты и экологи Украины пришли к выводу о необходимости перехода от концепции «нулевого» риска к концепции «допустимого» риска, при котором отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда жизни или здоровью людей, имуществу физических или юридических лиц, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений.

Литература к подразделу 10.3

1. Циганенко А.Я., Бойчук Ю.Д., Кривоносов М.В. та інш.. Медичні проблеми екології: Навчальний посібник – Белгород, 2004. 219 с.
2. Резолюция конференции с международным участием «Сотрудничество для решения проблемы отходов». – Х.: 2004.
3. Закон України "Про відходи" від 5.03.98 N 187/98-вр.
4. Закон України "Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення" від 24.02.94 N 4004-ХІІ
5. Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища" від 25.06.91 N 1264-ХІІ (1264-12).

6. Закон України «Про надра», 1991 г.
7. Закон України «Про поводження з радіоактивними відходами» (255/95 –вр)
8. Закон України «Про металобрухт (619-14)
9. Кодекс України про надра (132/94-ВР)
10. Закон України «Про об'єкти підвищеної небезпеки» (2245-14).
11. Закон України «Про ліцензування певних видів господарської діяльності (1775-14).
12. Постанова КМУ «Про затвердження переліку органів ліцензування» (№1698 від 14.11.00).
13. Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України «Про затвердження ліцензійних умов провадження діяльності із здійснення операцій у сфері поводження з небезпечними відходами» (№27/44 від 12.02.2001).
14. Державні санітарні правила та норми ДСанПіН 2.2.7. 29-99 "Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення" від 1.07.99
15. СНиП 2.01.28-85 "Полигоны по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов. Основные положения по проектированию", – М.: 1985.
16. Постанова КМУ "Про затвердження Порядку розроблення, затвердження і перегляду лімітів на утворення та розміщення відходів" від 3.08.98. N 1218.
17. Постанова КМУ "Про затвердження Порядку ведення реєстру об'єктів утворення, оброблення та утилізації відходів" від 31.08.98. N 1360.
18. Постанова КМУ "Про затвердження Порядку ведення державного обліку та паспортизації відходів" від 1.11.99. N 2034.
19. Постанова КМУ "Про затвердження Порядку ведення реєстру місць видалення відходів" від 3.08.98 N 1216.
20. Постанова КМУ "Про затвердження Порядку встановлення нормативів збору за забруднення навколишнього природного середовища і стягнення цього збору" від 1.03.99. N 303
21. Базельська Конвенція про контроль за транскордонним перевезенням небезпечних відходів та їх видаленням. – Документ 995-022. – (Чинний від 01.07.1999). – ООН; Конвенція; Міжнародний договір від 22.03.89. 29 с.
22. Постанова КМУ "Про затвердження Положення про контроль за транскордонними перевезеннями небезпечних відходів та їх утилізацією/видаленням і Жовтого та Зеленого переліків відходів" від 13.07.00. N 1120.

10.4. Экологическая и санитарно-эпидемиологическая экспертиза проектов. Экологический аудит ОпО. Эколого-гигиенические мероприятия по охране ПС от влияния ОпО на основе использования методологии оценки риска для здоровья человека

Экологическая и санитарно-эпидемиологическая экспертиза проектов

Основным законодательным документом для органов экологической безопасности и санэпидорганов Украины в сфере контроля за обращением, управлением и обезвреживанием ОпО являются положения [1].

Экологическая и санитарно-эпидемиологическая экспертиза, а также контроль за обращением, управлением и обезвреживанием опасных отходов осуществляется органами экологической безопасности, санэпидорганами и др. службами в соответствии с нормативными документами, приведенными в дополнении 6 к п. 2. Лицензионных условий осуществления деятельности по выполнению операций в сфере обращения с ОпО, утвержденных [2], [3-20].

Используют также другие государственные стандарты, санитарные правила, санитарные правила и нормы на отдельные сооружения и технологии, инструктивно-методические документы, которые утверждены МОЗ и МинПрироды Украины.

Статьей 24 [4] регламентирована компетенция Государственной санитарно-эпидемиологической службы Украины в сфере обращения с отходами: а) осуществление государственного санитарно-эпидемиологического надзора за соблюдением государственных санитарных норм, правил, гигиенических нормативов во время образования, сбора, перевозки, хранения, обработки, утилизации, удалении, обезвреживании и захоронении отходов, а также обеспечение требований безопасности для здоровья человека; б) определение приоритетных мероприятий по охране здоровья человека от отрицательного влияния ОпО; в) проведение государственной санитарно-эпидемиологической экспертизы проектно-сметной документации с целью определения местоположений и технико-экономического обоснования проектов строительства, расширения, реконструкции объектов обращения с отходами; г) выдача выводов государственной санитарно-эпидемиологической экспертизы относительно объектов обращения с отходами; д) установление санитарно-гигиенических требований к продукции, которая производится из отходов и выдача гигиеничного сертификата на нее; е) методическое обеспечение и осуществление контроля при определении уровня опасности отходов; ж) другие функции, предусмотренные Законами Украины.

Государственная санитарно-эпидемиологическая служба Украины осуществляет деятельность в сфере обращения с отходами в процессе

предупредительного и текущего санитарного надзора в области санитарной охраны почвы и очистки населенных мест.

Предупредительный санитарный надзор в области санитарной охраны почвы и очистки населенных мест предусматривает участие санитарного врача в отводе земельных участков под строительство сооружений для сбора, удаления, обезвреживания и утилизации ПО; в оценке схем санитарной очистки населенных мест; санитарной экспертизе генеральной схемы очистки населенных мест; экспертизе проектов строительства специализированных автохозяйств, сооружений для обезвреживания и утилизации ПО; согласовании предельно-допустимых уровней внесения и условий использования пестицидов; в отводе земельных участков для хранения пестицидов и минеральных удобрений, площадок для протравливания зерна, и др.

Одним из важных элементов предупредительного санитарного надзора является выбор земельного участка под строительство сооружений для сбора, хранения, удаления, обезвреживания и утилизации ПО, который включает следующие этапы: оценку достаточности площади земельного участка; проверку возможности создания санитарно-защитной зоны необходимых размеров между сооружениями и жилыми (общественными) зданиями и водозаборными сооружениями; оценку пригодности земельного участка по почвенным и гидрогеологическим условиям.

Основной задачей предупредительного санитарного надзора в области санитарной охраны почвы и очистки населенных мест является экспертиза проекта генеральной схемы очистки населенных мест, которая может осуществляться как экспертиза самостоятельного проекта генеральной схемы очистки населенного пункта или экспертиза очистки отдельного раздела в составе проекта планировки и реконструкции населенного пункта. Санитарная экспертиза проектов генеральной схемы очистки населенного пункта предусматривает следующие разделы работы:

1. Проверка полноты представленных материалов.
2. Подбор и ознакомление с действующими нормативными документами.
3. Ознакомление с паспортными данными проекта.
4. Ознакомление с характеристикой населенного пункта (численность населения, состояние жилищного фонда, его благоустройство, количество и мощность общественных учреждений, предприятий общественного питания и коммунального обслуживания, др. естественными и климатическими факторами, с заболеваемостью населения кишечными инфекциями, гельминтозами и др.
5. Обоснование системы удаления с территории населенного пункта ТБО и ПО.
6. Оценка выбора способов обезвреживания, ликвидации и

утилизации твердых отходов.

7. Гигиеническая оценка обустройства и оборудования отдельных сооружений для обезвреживания и ликвидации твердых отходов.
- Текущий санитарный надзор осуществляется согласно годовым планам работы санэпидорганов, утвержденным главным государственным санитарным врачом района.

Лабораторный контроль состояния ОПС в районе размещения площадок (мест) хранения ПО и Опо осуществляется ведомственными санитарно-промышленными лабораториями предприятий постоянно и периодически государственными органами санитарно-эпидемиологической службы, водного надзора, экологической безопасности с использованием стандартизованных методик определения вредных веществ в воздухе, воде и почве.

Периодичность контроля, места измерения и перечень вредных веществ, которые контролируются, согласовываются с местными органами самоуправления, государственной санитарно-эпидемиологической и другими контролирующими службами.

Важной и ответственной задачей санэпидслужбы является составление гигиенического заключения о степени загрязнения почвы и ее безопасности для здоровья людей на основании данных санитарного обследования и лабораторных анализов. Санитарно-эпидемиологическая служба реализует эту задачу путем следующих разделов работы.

Вначале определяется цель и задачи гигиенической оценки санитарного состояния почвы (предупредительный или текущий саннадзор). Затем устанавливается объем исследований (полный санитарный анализ или по схеме сокращенного санитарного анализа). На последующем этапе определяется полнота представленных материалов (данные санитарно-топографических, санитарно-технических и санитарно-эпидемиологических исследований, схемы взятия проб почвы, сроки выполнения анализов, условия хранения проб, наличие и результаты лабораторных анализов почвы согласно программы исследований и др.)

На завершающих этапах подготовки заключения санитарный врач обобщает материалы санитарных обследований с целью возможности выявления потенциальных источников загрязнения почвы, а также выявления возможных путей миграции и мест локализации загрязнений, а также наличие возможных факторов распространения инфекционных заболеваний. На данном этапе формируется предварительный вывод о качественной характеристике земельного участка и прогнозируемой степени загрязнения почвы.

На последующем этапе дается оценка результатам санитарно-физических, физико-химических и др. показателей химической, эпидемиологической и радиационной безопасности. Оценивается степень загрязнения почвы и степень ее опасности для здоровья населения

(количественная оценка). На заключительном этапе санитарный врач делает общий вывод о санитарном состоянии почвы, степени ее загрязнения и опасности для здоровья населения, а также прогнозирует возможное влияние почвы на здоровье населения. На этом этапе санэпидслужба обосновывает и разрабатывает мероприятия по оздоровлению почвы.

Экологический аудит опасных отходов

Экологическая экспертиза в сфере обращения с ОпО осуществляется в соответствии с [5]. Экологическая экспертиза – вид научно-практической деятельности МинПрироды, МОЗ Украины, эколого-экспертных формирований и объединений граждан, которые основываются на межотраслевом экологическом исследовании, анализе и оценке предпроектных, проектных и др. материалов или объектов, реализация и действие которых может отрицательно влиять или влияет на состояние ОПС.

Отношения в области экологической экспертизы регулируются Законом «Об экологической экспертизе», Законом Украины "Об охране окружающей природной среды" и другими законодательными актами Украины. Задачами законодательства об экологической экспертизе является регулирование общественного отношения в области экологической экспертизы для обеспечения экологической безопасности, охраны ОПС, рационального использования и воспроизведения природных ресурсов, защиты экологических прав и интересов граждан и государства.

Основными задачами экологической экспертизы являются:

- определение степени экологического риска и безопасности запланированной или осуществляемой деятельности;
- организация комплексной, научно обоснованной оценки объектов экологической экспертизы;
- установление соответствия объектов экспертизы требованиям экологического законодательства, строительных норм и правил;
- оценка влияния деятельности объектов экологической экспертизы на состояние ОПС и качество природных ресурсов;
- оценка эффективности, полноты, обоснованности и достаточности мероприятий по охране ОПС;
- подготовка объективных, всесторонне обоснованных выводов.

Основные принципы экологической экспертизы:

- гарантирование безопасности для жизни и здоровья людей, ОПС;
- сбалансированность экологических, экономических, медико-биологических и социальных интересов и учет общественной мысли;
- научная обоснованность, независимость, объективность, комплексность, вариабельность, превентивность, гласность;

- экологическая безопасность, территориально-отраслевая и экономическая целесообразность реализации объектов экологической экспертизы, запланированной или осуществляемой деятельности;
- государственное регулирование- законность.

Объектами экологической экспертизы являются проекты законодательных и других нормативно-правовых актов, предпроектные и проектные материалы, документация по внедрению новой техники, технологий, материалов, веществ, продукции, реализация которых может привести к нарушению экологических нормативов, отрицательного влияния на состояние ОПС.

Экологической экспертизе могут подлежать экологические ситуации, которые сложились в отдельных населенных пунктах и регионах, а также действующие объекты и комплексы, которые имеют значительное отрицательное влияние на состояние окружающей природной среды.

Субъектами экологической экспертизы являются:

- специально уполномоченный центральный орган исполнительной власти по вопросам экологии и природных ресурсов, его органы на местах, создаваемые ими специализированные учреждения,
- организации и эколого-экспертные подразделения или комиссии;
- другие государственные органы, местные Советы и органы исполнительной власти на местах согласно законодательству;
- общественные организации экологического направления или создаваемые ими специализированные формирования;
- другие учреждения, организации и предприятия, в том числе иностранные юридическое и физическое лица, которые привлекаются к проведению экологической экспертизы;
- отдельные граждане в порядке, предусмотренном этим Законом и другими актами законодательства.

Заказчики экологической экспертизы объектов, которые в процессе реализации (строительства, эксплуатации и т.п.) могут отрицательно влиять на состояние окружающей природной среды, обязаны объявить через средства массовой информации о проведении экологической экспертизы в специальном Заявлении об экологических следствиях деятельности.

Эколого-экспертные органы или формирования после завершения экологической экспертизы сообщают о ее выводах через средства массовой информации. С целью учета общественной мысли субъекты экологической экспертизы проводят публичные слушания или открытые заседания. Участие общественности в процессе экологической экспертизы может осуществляться путем выступлений в средствах массовой информации, представлении письменных замечаний, предложений и рекомендаций, включении представителей общественности в состав

экспертных комиссий, групп по проведению общественной экологической экспертизы.

Подготовка выводов экологической экспертизы и принятие решений относительно дальнейшей реализации (использование, применение, эксплуатации и т.п.) объекта экологической экспертизы осуществляются с учетом общественной мысли.

В Украине осуществляются государственная, общественная и другие экологические экспертизы. Выводы государственной экологической экспертизы являются обязательными для выполнения. Принимая решение относительно дальнейшей реализации объектов экологической экспертизы, выводы государственной экологической экспертизы учитываются наравне с другими видами государственных экспертиз.

Выводы общественной и другой экологической экспертизы имеют рекомендательный характер и могут быть учтены при проведении государственной экологической экспертизы, а также при принятии решений относительно дальнейшей реализации объекта экологической экспертизы.

К проведению государственной экологической экспертизы могут в установленном порядке привлекаться специалисты других учреждений, организаций и предприятий, а также эксперты международных организаций. Проведение дополнительных государственных экологических экспертиз осуществляется по инициативе заинтересованных лиц на основании договора о предоставлении эколого-экспертных услуг или по решению КМУ, Правительства АР Крым, местных Советов или их исполнительных комитетов.

Государственной экологической экспертизе подлежат:

- государственные инвестиционные программы, проекты схем развития и размещение продуктивных сил, развития отдельных областей народного хозяйства;
- проекты генеральных планов населенных пунктов, схем районного планирования, схем генеральных планов промышленных узлов, схем размещения предприятий в промышленных узлах и районах, схем упорядочения промышленной застройки, другая предплановая и предпроектная документация
- инвестиционные проекты, технико-экономические обоснования и расчеты, проекты и рабочие проекты на строительство новых и расширение, реконструкцию, техническое перевооружение действующих предприятий и др.

Документация, которая подается на объекты государственной экологической экспертизы, должна быть в установленном порядке согласованная с заинтересованными органами и содержать оценку возможных социальных последствий. Заказчики государственной экологической экспертизы обязаны подготовить Заявление об

экологических последствиях деятельности и материалы, на которые она ссылается.

Общественная экологическая экспертиза может осуществляться в любой сфере деятельности, которая нуждается в экологическом обосновании, по инициативе общественных организаций или других общественных формирований. Общественная экологическая экспертиза может осуществляться одновременно с государственной экологической экспертизой путем создания на добровольных началах временных или постоянных эколого-экспертных коллективов общественных организаций или других общественных формирований.

Другие экологические экспертизы могут осуществляться по инициативе заинтересованных юридических и физических лиц на договорной основе со специализированными эколого-экспертными органами и формированиями.

Экспертный и консультативный советы экологической экспертизы могут образовываться на добровольных началах при государственных эколого-экспертных органах, объединениях граждан и других формированиях из работников научно-исследовательских учреждений, вузов, высококвалифицированных специалистов – практиков народного хозяйства, представителей общественности и средств массовой информации.

Экспертом экологической экспертизы может быть специалист, который имеет высшее образование, соответствующую специальность, квалификацию и профессиональные знания, владеет навыками анализа экспертной информации и методикой эколого-экспертной оценки, а также имеет практический опыт в соответствующей области не меньше трех лет.

Эксперт государственной экологической экспертизы имеет право:

- получать на свое требование сведения и материалы, необходимые для проведения экологической экспертизы;
- ставить вопрос об отклонении представленных на экологическую экспертизу материалов, которые не отвечают требованиям природоохранного законодательства, экологическим стандартам и нормативам и учет которых требует дополнительных исследований, поисковых работ или выделения дополнительных капиталовложений;
- вносить предложения о привлечении к проведению экологической экспертизы высококвалифицированных специалистов, научных работников, создания надлежащей материально-технической и информационной базы;
- на изложение личного мнения относительно выводов проведенной экологической экспертизы.

Независимость эксперта экологической экспертизы обеспечивается:

- проведением экологической экспертизы в установленном

- законодательством порядке;
- выполнением эколого-экспертных функций согласно требованиям законодательства независимо от распоряжений должностных лиц государственных органов, объединений граждан и других формирований;
 - свободой выбора форм и методов эколого-экспертного анализа, оценки и изложения собственной мысли по вопросам проведенного анализа;
 - запретом вмешиваться кому-либо в проведение экологической экспертизы, за исключением случаев нарушения экспертом требований законодательства;
 - защитой затронутых прав эксперта в установленном законодательством порядке.

Процедура проведения экологической экспертизы предусматривает решение эколого-экспертными органами или формированиями задач экспертного исследования и оценку объектов экологической экспертизы, подготовку обоснованного объективного эколого-экспертного вывода.

Процедура проведения экологической экспертизы предусматривает:

- проверку наличия и полноты необходимых материалов и реквизитов на объекты экологической экспертизы и создание эколого-экспертных комиссий (групп) согласно требованиям законодательства (подготовительная стадия);
- аналитическая обработка материалов экологической экспертизы, в случае необходимости натурные обследования и проведение на их основе сравнительного анализа и частичных оценок степени экологической безопасности, достаточности и эффективности экологических обоснований деятельности объектов экологической экспертизы (основная стадия);
- обобщение отдельных экспертных исследований полученной информации и следствий деятельности объектов экспертизы, подготовка вывода экологической экспертизы и представление его заинтересованным органам и лицам (заключительная стадия).

Предельные сроки проведения государственной экологической экспертизы объектов:

- группами специалистов эколого-экспертных подразделений, учреждений или организаций специально уполномоченного центрального органа исполнительной власти по вопросам экологии и природных ресурсов – до 45 календарных дней с продолжением в случае необходимости до 60 дней, а в исключительных случаях, в зависимости от сложности проблемы, – до 120 дней;
- специально созданными межотраслевыми эколого-экспертными комиссиями или другими специализированными организациями – до 90 календарных дней;

– за доработанными материалами согласно выводам предыдущей экологической экспертизы – до 30 календарных дней.

Началом государственной экологической экспертизы считается день представления эколого-экспертному органу комплекта необходимых материалов и документов, а в случае необходимости – и дополнительной научно-исследовательской информации по тем вопросам, которые возникли во время проведения экспертизы. Выводы государственной экологической экспертизы должны содержать оценку экологической допустимости и возможности принятия решений относительно объекта экологической экспертизы и учитывать социально-экономические последствия.

Положительные выводы государственной экологической экспертизы после утверждения их специально уполномоченным центральным органом исполнительной власти по вопросам экологии и природных ресурсов или его органами на местах является основанием для открытия финансирования проектов и программ или деятельности. Реализация проектов и программ или деятельности без положительных выводов государственной экологической экспертизы запрещается.

В случае отрицательной оценки объектов государственной экологической экспертизы заказчик обязан обеспечить их доработку согласно требований эколого-экспертного вывода и своевременную передачу материалов на дополнительную государственную экологическую экспертизу. Положительный вывод государственной экологической экспертизы является действительным на протяжении трех лет со дня его выдачи.

Если за это время не начата реализация решения относительно объекта государственной экологической экспертизы, то он подлежит новой государственной экологической экспертизе. Выводы общественной экологической экспертизы могут быть освещены в средствах массовой информации и присланные соответствующим Советам, органам исполнительной власти на местах, органам государственной экологической экспертизы, др. заинтересованным органам и лицам и заказчикам объектов экологической экспертизы, относительно которых она проводилась.

Выводы общественной экологической экспертизы могут учитываться при проведении государственной экологической экспертизы, а также органами, которые принимают решение о реализации объекта экспертизы. Выводы экологической экспертизы состоят из вступительной, констатирующей и заключительной частей.

Юридические лица, заинтересованные в опровержении выводов государственной экологической экспертизы или их отдельных положений, подают обоснованное заявление в соответствующие Советы, органы государственной исполнительной власти, государственной экологической

экспертизы и другие органы, которые принимали решение о проведении такой экспертизы. В случае отказа в рассмотрении заявления они имеют право обратиться в суд.

Выводы дополнительной государственной экологической экспертизы являются окончательными для принятия соответствующим органом решения относительно дальнейшей реализации объекта экологической экспертизы.

Выводы государственной экологической экспертизы могут быть признаны недействительными в судебном порядке в случае:

- нарушения требований законодательства о проведении государственной экологической экспертизы;
- несоблюдения государственных санитарных норм, правил, гигиенических нормативов, строительных норм и правил, требований относительно охраны окружающей природной среды, использования природных ресурсов и обеспечения экологической безопасности;
- игнорирования важных достоверных сведений о состоянии экологической ситуации, которая сложилась в районе (месте) реализации объекта экологической экспертизы, которое может отрицательно влиять на состояние окружающей природной среды, природных ресурсов, здоровье людей;
- нарушения прав участников эколого-экспертного процесса, если это привело к неправдивому выводу экологической экспертизы.

Решения, принятые соответствующими органами на основании выводов государственной экологической экспертизы, могут быть обжалованные заинтересованными юридическими лицами в соответствующие вышестоящие органы на протяжении месяца со дня их принятия, а в случае несогласия с решениями этих органов – в судебном порядке согласно законодательству Украины.

В работе [29] приведен пример комплексной санитарно-экологической экспертизы степени напряженности медико-экологической ситуации (оценка реального риска здоровью), ориентированной на оценку силы и времени действия вредных факторов среды обитания и изменений здоровья населения, которая проводится с учетом ранговой значимости факторов по степени их потенциальной опасности и величине изменений медико-биологических показателей с обязательным анализом причинно-следственных связей, выявляющим обусловленность изменений здоровья людей реальными вредными факторами среды обитания.

Первичная оценка степени напряженности медико-экологической ситуации и сравнение характеристик различных территорий проводится на основании одного или нескольких показателей изменения среды обитания и здоровья населения (в их связи), свидетельствующих о наиболее неблагоприятной обстановке. Оценку в динамике одной и той же

территории проводят аналогичным образом, а также по интегральному показателю (бальной оценке) степени напряженности ситуации. Установление причинно-следственных связей в системе "качество среды обитания – изменение здоровья населения" должно проводиться с привлечением системного (гигиенического) анализа и программно-математических приемов обработки всей совокупности данных о качестве среды обитания и показателей здоровья населения, что позволяет использовать несколько способов выражения такой взаимосвязи: зависимость результатов гигиено-эпидемиологических характеристик патологических процессов в популяции и отдельных группах и эколого-географических результатов анализа факторов (ситуационный, временный, пространственный); зависимость "воздействие – реакция", т.е. отношение между воздействием (интенсивностью и продолжительностью) и относительным числом отдельных лиц в популяции с количественно определяемой тяжестью качественно определяемого состояния; зависимость патологических показателей (процессов) и качества среды обитания исследуемых территорий в модельных опытах на биологических объектах; этиопатогенетический анализ показателей изменений здоровья населения и отклонений от регламентов приоритетных вредных факторов среды обитания, сопоставление этих отношений в натурных условиях и в моделях.

Для ориентировочной оценки степени опасности техногенной нагрузки вредных химических веществ и других факторов риска на здоровье населения изучаемой территории предварительно следует произвести расчет и оценку потенциального риска здоровью, связанного с химическим загрязнением атмосферного воздуха, питьевой воды. Расчет потенциального риска необходимо проводить, основываясь на данных предшествующих (известных в литературе) экспериментальных и натурных научных исследований, направленных на количественное определение связи между загрязнением ОПС конкретными примесями или их комбинациями и их влиянием на организм.

В результате эколого-гигиенической оценки среды обитания необходимо сделать заключение о характере мероприятий по снижению воздействия вредных факторов. Если при "удовлетворительной", "относительно напряженной" и "существенно напряженной" ситуациях мероприятия должны быть направлены на оздоровление окружающей среды в отношении отдельных факторов, то при "критической" и особенно "катастрофической" ситуации следует ставить вопрос о более широком комплексе мероприятий, вплоть до выселения. При расчете потенциального риска на этапе проектных работ необходимо сформировать оптимальный объем и мероприятия по оздоровлению ОПС, а также спрогнозировать потенциальный ущерб здоровью от воздействия неблагоприятных экологических факторов.

Литература к подразделу 10.4

1. Конституція України. Затверджено Постановою Верховної Ради України від 28.06.1996 р.
2. Наказ Державного комітету України з питань регуляторної політики і підприємництва Міністерства екології і природних ресурсів України №27/44 від 12.02.01.
3. Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища" від 25.06.91 №1264-ХІІ (1264-12).
4. Закон України "Про відходи" від 05.03.98 №187/98-вр.
5. Закон України "Про екологічну експертизу" від 09.02.95 №45/95-вр.
6. Закон України "Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення" від 24.02.94 №4004-ХІІ.
7. Закон України "Про пестициди і агрохімікати" від 02.03.95 №86/95-вр.
8. Закон України "Про перевезення небезпечних вантажів" від 06.04.00. №1644-ІІІ.
9. Державні санітарні правила та норми ДСанПіН 2.2.7. 029-99 "Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення" від 01.07.99.
10. Постанова КМУ "Про перелік видів діяльності та об'єктів, що становлять підвищену екологічну небезпеку" від 27.07.95. №554.
11. Постанова КМУ "Про затвердження Порядку розроблення, затвердження і перегляду лімітів на утворення та розміщення відходів" від 03.08.98. №1218.
12. Постанова КМУ "Про затвердження Порядку ведення реєстру місць видалення відходів" від 03.08.98. №1216.
13. Постанова КМУ "Про затвердження Порядку ведення реєстру об'єктів утворення, оброблення та утилізації відходів" від 31.08.98, №1360.
14. Постанова КМУ "Про затвердження Порядку встановлення нормативів збору за забруднення навколишнього природного середовища і стягнення цього збору" від 01.03.99. №303.
15. Постанова КМУ "Про затвердження Порядку ведення державного обліку та паспортизації відходів" від 01.11.99. №2034.
16. Постанова КМУ "Про затвердження Положення про контроль за транскордонними перевезеннями небезпечних відходів та їх утилізацією/видаленням і Жовтого та Зеленого переліків відходів" від 13.07.00. №1120.

- 17.СНиП 2.01.28-85 "Полигоны по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов. Основные положения по проектированию", – М., 1985.
- 18.Інструкція про зміст і складання паспорта місць видалення відходів, затверджена наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки від 14.01.99 №12 і зареєстрована в Міністерстві юстиції України 03.02.99 за №60/3353.
- 19.Інструкція щодо складання реєстрових карт об'єктів утворення, оброблення та утилізації відходів, затверджена наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки від 17.02.99 №41 і зареєстрована в Міністерстві юстиції України 18.03.99. №169/3462.
- 20.Інструкція про порядок обчислення та сплати збору за забруднення навколишнього природного середовища, затверджена наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки від 19.07.99 №162/379 і зареєстрована в Міністерстві юстиції України 09.08.99 за №544/3837 (Додаток 6 із змінами, внесеними згідно з Наказом Держпідприємництва №89/220 від 20.06.01.)
- 21.Комунальна гігієна. Підручник/П/ред. Е.Г. Гончарука. – К.: Здоров'я, 2003, 726 с.
- 22.ГОСТ 17.4.2.01-81. Охрана природы. Почвы. Номенклатура показателей санитарного состояния. – М.: Изд-во стандартов, 1981.
- 23.ГОСТ 17.4.1.02-83. Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения. – М.: Изд-во стандартов, 1983.
- 24.Санитарные правила содержания территорий населенных мест: СанПиН 42-128-4690-88 /МЗ СССР. Утвержден 16.05.89. – М.: 1989
- 25.Санитарные нормы допустимых концентраций химических веществ в почве: СанПиН 42-128-4433-87/МЗ СССР. Утвержден 30.10.1987 г. – М., 1988.
- 26.Санитарно-гигиенические нормы предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых количеств (ОДК) пестицидов в почве: СанПиН 42-128-4275-87 /МЗ СССР. Утвержден 02.04.87. – М.: 1987.
- 27.Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами/МЗ СССР. Утвержден 13.03.87. №4266-87. – М., 1987.
- 28.Закон України «Про екологічний аудит» (ВВР), 2004, №45.

29. Комплексная гигиеническая оценка степени напряженности медико-экологической ситуации различных территорий, обусловленной загрязнением токсикантами среды обитания населения (Методические рекомендации. Госкомсанэпиднадзор РФ, утв. 30.07. 97., №2510/5716 – 97-32, – М.:, 1997.

10.5. Эколого-гигиенические мероприятия по охране ОПС и здоровья населения от влияния опасных отходов на основе использования методологии оценки риска для здоровья человека

Анализ данных Раздела 10 свидетельствует о том, что в Украине создана достаточная законодательная база для регулирования системы обращения с опасными отходами, однако эффективность ее использования по целому ряду причин далеко недостаточная. В [1] приведена информация о наличии тревожной тенденции возрастания в Украине уровней токсического загрязнения почвы: только 1 из каждых 10 га сельхозугодий имеет нормальное экологическое состояние. В большой степени это обусловлено, по мнению авторов, тем обстоятельством, что современное законодательство Украины не включает жесткие требования относительно обязательной оценки влияния на ОПС и здоровье населения на стадии планирования направлений политики секторов экономики, что приводит к нерациональному использованию природных ресурсов.

Антропогенная нагрузка на ОПС от пылевых выбросов предприятий на 1 км² площади страны составляет около 6,5 т., а на душу населения – более чем 80 кг/год. Терриконы занимают 165 тыс. га (около 4%) территории Украины. В значительной степени такое положение обусловлено тем, что много лет на Украине, как и в других странах, основой экологической безопасности является концепция «нулевого риска», основанная на использовании гигиенических нормативов содержания вредных факторов в различных средах (предельно допустимых концентраций, предельно допустимых уровней и др.).

Однако практика жизни показала, что, к сожалению, достигнуть оптимальности в соответствии с требованиями этой концепции в современных условиях невозможно. Ученые пришли к выводу о необходимости перехода к концепции «допустимого» риска, при котором отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда жизни или здоровью людей, имуществу физических или юридических лиц, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений [2].

Концепция оценки «допустимого риска» положена в основу современных документов и рекомендаций, практически, всех международных организаций (Программа ООН по защите окружающей среды; Организация по экономическому сотрудничеству и развитию; Международная торговая организация; Всемирная организация охраны

здоровья; ФАО/ВОЗ; Международная программа по химической безопасности; Комиссия Евросоюза), а также правительственных ведомств большинства развитых стран.

Следует отметить, что в настоящее время ведущими гигиенистами и экологами Украины на основе системного анализа международного опыта использования концепции оценки риска здоровью создана теоретическая методологическая база по использованию этой концепции в нашей стране[2-9]. Авторами [2] создана классификация риска (опасности) в системе военного здравоохранения и организации медицинского обеспечения войск, в основу которой положено шесть наиболее важных характеристик рисков (вид, место реализации, ущерб от реализации, влияние на риск фактора времени, прогнозирование, вид управленческого решения).

Исходя из определения «риска» и «опасности», а также из опыта построения системных классификаций, авторы также предложили обобщающую классификацию риска и опасностей в системе здравоохранения вообще, которая включает 27 признаков классификации и более 100 факторов.

Авторы отмечают, что на Украине концепцией риска в оценке влияния факторов окружающей среды практически не пользуются. Исследования, в основном, ограничиваются констатацией факта ухудшения состояния здоровья, т.е. идентификацией угрозы, которая возникает под влиянием действия вредных факторов ОПС, а система гигиенического регламентирования, принятая на сегодня, для обеспечения эффективной профилактики вредного влияния и гармонизации с общепринятыми в мировом сообществе представлениями, требует использования методов оценки риска.

Практика оценки состояния среды и здравоохранения человека, которая сложилась в нашей стране в предыдущий период доминирования государственной собственности на средства производства и плановой государственной экономики, а также жесткой системы государственного санитарного надзора, существенно отличается от зарубежной системы контроля за соблюдением законодательных норм и правил. Это обязывает с достаточной осторожностью оказывать содействие переходу на новые формы деятельности, особенно в связи с будущим вступлением в Мировую организацию торговли.

Авторы делают вывод, что оценка риска играет особую роль в оптимизации отбора приоритетных факторов для мониторинга, определения источников загрязнения окружающей среды, выборе точек и средств для контроля экспозиций, обоснования выбора индикаторных показателей для сред, которые влияют, и популяций, которые экспонируются. Кроме того, в работе приведены основные понятия, общее описание методологии оценки риска, идентификация вредного

фактора(факторов), оценка экспозиций, оценка зависимостей «доза-ответ», характеристика риска, связь между оценкой риска и управлением им.

Работой [3] начата серия публикаций о проблеме использования в Украине методологии оценки риска здоровью населения от неблагоприятных вредных факторов. Авторы считают, что на практике наиболее приемлемы для использования четыре вида рисков: относительный, атрибутивный, атрибутивно-популяционный и популяционная фракция атрибутивного риска. Приведен анализ недостатков при использовании математических моделей для количественной оценки риска: их выбор влияет на расчетную дозу, которая отвечает определенному уровню риска; данные о зависимости реакции от дозы могут одинаково отвечать любой модели, не давая статистической основы для прогнозирования реакции при низких дозах; модели не учитывают влияния нескольких химических соединений; модели предполагают расчет риска только для разных групп населения, а не для отдельных особей.

Авторы считают, что в основе стратегии управления экологической безопасностью Украины должна лежать концепция ненулевого риска, которая признает факт невозможности достижения абсолютной безопасности, а существующая концепция нулевого риска нанесла значительный ущерб народному хозяйству, окружающей среде и здоровью населения Украины.

По мнению авторов, индивидуальное восприятие риска здоровью тесно связано с социальным статусом и культурными традициями. Принципиальным моментом в теории рисков являются понятия и количественная оценка фоновых уровней. Схема управления риском должна включать этапы определения проблемы, формулировку задания, анализ структуры риска, выделение и оценку альтернативных контрмер, реализацию мер.

В [4] автор утверждает, что Украина недостаточное внимание уделяется проблеме оценки различных факторов риска здоровью, поскольку знания и возможности по ликвидации факторов опасности для здоровья используются далеко не полностью. Автор считает, что организационными мерами по управлению факторами риска здоровью должны быть: количественное определение отдельных факторов; анализ эффективности затрат; восприятие рисков, передача информации; управление риском; политика в области охраны здоровья населения.

В работе отмечается, что успешная ликвидация опасности для здоровья предполагает участие многих представителей общества, единения научного и социального прогресса, множества качественных и количественных заключений, а также возможности открытого общения и диалога, поскольку анализ рисков – это мероприятие не только научное, но и политическое.

Обстоятельный обзор литературы по проблеме методологии оценки рисков приведен в [5]. Авторы с собственных позиций ведущих специалистов Украины в области гигиены и экологии дают оценку методологии рисков и рекомендации по ее внедрению. Авторами [6] предложены методические подходы для идентификации факторов риска окружающей среды здоровью населения, которые могут быть рекомендованы для практического использования: признание вероятности, что фактор риска возникает при выявлении однонаправленной корреляции между наличием (или ростом) признака и наличием (или ростом) явления, которое изучается; эта связь должна быть последовательной во времени, а для ее выявления требуется проведение перспективных исследований; должна быть повторяемость выявленной связи, в противном случае надо искать другие закономерности; признак считается фактором риска до тех пор, пока его связь с заболеваемостью является самостоятельной и независимой; признак считается фактором риска в тех случаях, когда его связь с заболеваемостью остается до конца нераспознанной и оценивается как вероятность.

В [7] автор выделяет четыре основных направления в оценке риска: инженерное (для расчета вероятных аварий); модельное (составление математических моделей процессов, которые приводят к нежелательным последствиям для человека и ОПС при использовании вредных химических соединений); экспертное (для вероятностной оценки тех или иных явлений, связанных с риском) социальное (понимание населением и отдельными группами того или иного риска).

С помощью методов математического моделирования в [8] дана оценка риска влияния химических соединений на здоровье населения на примере проблемы использования ХСЗР на Украине. С помощью системного анализа и моделирования в системе «пестициды – ОПС – здоровье населения» автор объединил данные и информацию, полученную большим количеством научных и практических учреждений в единую математическую модель.

Концептуальной основой для применения этой модели стали утверждения о прямой пространственно-временной зависимости уровней загрязнения ОПС остатками ХСЗР и комплексного (с продуктами, водой, воздухом) поступления их в организм человека от суммарных затрат этих соединений. Учитывалась тенденция ослабления защитных сил организма человека в условиях постоянного экологического прессинга, возможность побочного влияния химического фактора малой интенсивности на увеличение показателей заболеваемости населения. Установлена математическая зависимость между терминами «угроза» – это возможность попадания ХСЗР в ОПС, и «риском» – это частота заболеваемости.

Изучена частота заболеваемости населения разными нозологическими группами и формами с помощью математических моделей. Для научного обоснования их выбора автором применен системный подход, который позволил учесть широкий спектр взаимосвязанных факторов и откликов в системе «ХСЗР – ОПС – здоровье человека».

Учитывая, что системному моделированию присущ весьма общий характер, автор избрал дескрипторные модели, которые позволяют получать информацию о взаимосвязях между наиболее значимыми переменными. Большинство дескрипторных моделей представлены линейными и нелинейными регрессиями.

Весьма важно то обстоятельство, что теоретической основой для обоснования выбора регрессивных моделей послужил первый закон гигиены относительно ХСЗР, который определяет условия, при которых возможно их вредное влияние на здоровье человека – это обязательное наличие всех трех составляющих: источник угрозы (ХСЗР), механизмов влияния или биогеохимических путей передачи этого поллютанта, а также чувствительность к нему организма.

Математическим методом оценены связи между независимыми и зависимыми переменными. Независимыми переменными (предикторами) служили средние реальные нагрузки пестицидов за 5 лет (кг/га) для 6 групп: фосфорорганических, хлорорганических, карбаматов, медьсодержащих, гербицидов, других препаратов. Зависимыми переменными (откликом) служили среднегодовые показатели заболеваемости за 5 лет (по обращаемости) детей в возрасте до 14 лет для 37 нозологических форм и групп патологий в соответствии с принятой классификацией форм отчетности медучреждений.

За основу идентификации пестицидов как фактора риска взяты коэффициенты множественной корреляции (к.м.к.). Они позволили дать теоретическую основу для изучения зависимости заболеваемости населения отдельными нозологическими формами и группами патологий от суммарных территориальных нагрузок.

В модели множественной линейной регрессии помимо к.м.к. также присутствует частичный коэффициент корреляции (ч.к.к.), с помощью которого можно выяснить какие химические группы пестицидов могут влиять на рост и частоту отдельных заболеваний.

С помощью математических моделей установлено, что среди рассмотренных болезней наибольший суммарный риск имеют такие нозологические формы как хронические болезни миндалин и аденоидов (97.44), острые инфекции верхних дыхательных путей, грипп (396.19), а наиболее высокую степень влияния на заболеваемость населения имеют хлорорганические пестициды, наиболее низкую – гербициды.

Определенный профессиональный интерес для решения проблемы

внедрения в практику методологии оценки рисков для здоровья в Украине представляет информация о формах внедрения этой методологии в России [9-20].

Правовой основой применения методологии оценки риска в России явилось «Положение о социально-гигиеническом мониторинге», утвержденное Постановлением правительства РФ от 1.07.00 г. №426, Федеральный закон РФ «О техническом регулировании (№184 ФЗ от 27.12.07 г.)», Рекомендации Комитета по экологии Государственной Думы, Федерального Собрания РФ (2002 г.), Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации №25 от 10.11.97 г. и Главного государственного инспектора Российской Федерации по охране природы №03-19/24-3483 от 10.11.97 г. "Об использовании методологии оценки риска для управления качеством окружающей среды и здоровьем населения в Российской Федерации", в которых указывается, что основная задача оценки риска состоит в получении и обобщении информации о возможном влиянии факторов среды обитания человека на состояние его здоровья, необходимой и достаточной для гигиенического обоснования, наиболее оптимальных управленческих решений по устранению или снижению уровней риска, оптимизации контроля (регулирования и мониторинга) уровней экспозиций и рисков.

Оценка риска для здоровья человека – это количественная и/или качественная характеристика вредных эффектов, способных развиться в результате воздействия факторов среды обитания человека на конкретную группу людей при специфических условиях экспозиции. Применение методологии оценки риска здоровью в качестве инструмента санитарно-эпидемиологического мониторинга для обоснования эффективных управленческих решений позволяет решать следующие проблемы:

- получение количественных значений ущерба здоровью от воздействия вредных факторов среды обитания человека;
- сравнение и ранжирование различных по степени выраженности эффектов воздействия факторов среды обитания человека;
- определение наиболее поражаемых и чувствительных подгрупп населения при конкретных условиях неблагоприятного воздействия факторов среды;
- установление безопасных уровней воздействия и гигиенических нормативов, в том числе региональных уровней и концентраций, которые должны быть достигнуты в процессе осуществления профилактических и оздоровительных мероприятий по снижению риска;
- оценка неопределенностей, источников их образования и возможного их влияния на результаты исследований, определение путей снижения неопределенностей в процессе принятия решений;

- разработка механизмов и стратегии различных регулирующих мер по снижению риска;
- осуществление первоочередного регулирования источников и факторов риска, представляющих наибольшую угрозу для здоровья населения;
- установление приоритетов экологической политики и политики в области охраны здоровья населения на территориальном и местном уровнях;
- определение уровней риска, сохранившегося после применения мер по его снижению;
- корректировка планов проведения социально-гигиенического мониторинга с учетом приоритетных источников загрязнения среды обитания человека, приоритетных загрязненных сред и химических веществ, вносящих наибольший вклад в риск развития канцерогенных и неканцерогенных эффектов;
- осуществление отбора прямых и косвенных индикаторов уровней экспозиции, состояния здоровья и рисков для целей социально-гигиенического мониторинга, в том числе, мониторинга экспозиций и рисков;
- совершенствование системы гигиенического нормирования и ее гармонизация с международными принципами, критериями и методами установления безопасных уровней воздействия химических веществ.

Основные этапы оценки риска в РФ

Первый этап – «Идентификация опасности» включает:

- а) сбор и оценку данных с целью определения источников загрязнения и установления наиболее полного перечня вредных факторов.
- б) характеристику токсичности вредных факторов (количественная и качественная информация, допустимые уровни), а также установление характера эффектов их вредного действия.

Теоретический аспект идентификации опасности включает методологию установления тех признаков или свойств химических веществ, которые позволяют отнести их к вредным для здоровья человека факторам.

Практический аспект идентификации опасности заключается в рассмотрении принципов выбора из всего многообразия загрязнения конкретного вредного агента или группы веществ для проведения исследований по оценке риска в определенном регионе.

Сбор и анализ данных, характеризующих опасность конкретного объекта, должен предусматривать детальный анализ условий расположения объекта, особенностей производства, перечня вредных веществ, характера использования прилегающих территорий,

характеристику уровней содержания приоритетных загрязнителей в объектах ОПС и определение возможных путей воздействия.

При характеристике токсичности вредных веществ необходимо руководствоваться действующими нормативными документами, определяющими КО веществ, величины гигиенических нормативов, особенности агрегатного состояния, виды эффектов вредного действия. О канцерогенной опасности веществ, следует судить по данным, приведенным в «Перечне веществ, продуктов, производственных процессов, бытовых и природных факторов, канцерогенных для человека».

Допустимо также использование классификации Агентства по охране окружающей среды США (EPA). В заключение первого этапа на основании проведенного анализа указывается перечень наиболее опасных факторов для каждого пути поступления, в зависимости от сценария воздействия и контингента населения, а также ожидаемых эффектов вредного действия (смертность, рак и др.).

Информацию о потенциальных загрязнителях водисточников можно получить из предпроектных и проектных материалов систем канализации, комплексных природоохранных программ, отчетов территориальных органов МинПрироды, а также других организаций, обеспечивающих контроль за сбросом сточных вод в водоемы, закачкой стоков в подземные горизонты, захоронением и утилизацией бытовых и промышленных отходов и др.

Информацию о возможных загрязнениях питьевой воды следует получить из проектов системы водоснабжения, технологических карт, сертификатов, ТУ и другой документации, относящейся к реагентам, грузкам, материалам и элементам транспортирующих и разводящих конструкций.

При анализе возможного загрязнения почвы необходимо принимать во внимание расположение участков ее локального загрязнения, химический состав ПО, захоронений, а также наличие длительного загрязнения сопредельных сред стойкими химическими соединениями (загрязнения атмосферного воздуха, диоксинами, полихлорированными бифенилами, углеводородами, Hg, As и др.),

Для идентификации химических веществ, способных загрязнять пищевые продукты на исследуемой территории, необходимо проводить анализ всех этапов производства, технологической обработки, хранения, распределения и потребления. Потенциальную опасность для здоровья человека представляют химические вещества, поступающие в пищевые продукты из различных загрязненных объектов ОПС, химические соединения, используемые в растениеводстве и животноводстве, пищевые добавки и др. вещества, мигрирующие из упаковки пищевого продукта или оборудования, служащего для его кулинарной обработки.

При идентификации риска четко определяется территория региона, в

котором проводится оценка риска. Это может быть город или часть города, район, поселок. На данной территории проводится инвентаризация всех промышленных предприятий, которые обуславливают основной вклад в риск для здоровья. На этой территории могут находиться и другие объекты, выбросы которых сильно различаются по объему и составу. Для каждого предприятия при проведении оценки канцерогенного риска из отчетных форм выбирают вещества по следующей форме:

Наименование факторов риска	Выбросы (сбросы) по предприятию 1 (т/год)
Канцероген 1	X
Канцероген 2	X
Канцероген K	X

Оценка приведенного выброса канцерогенов вычисляется для каждого предприятия по формуле;

$$C = \sum SF_i \times E_i, \quad (10.3.1)$$

где C – приведенный выброс канцерогенов для данного предприятия;

SF – фактор потенциала ингаляционного канцерогенного эффекта канцерогена I ;

E_i – объем выброса этого канцерогена в т/год;

После проведенных расчетов предприятия ранжируют в порядке убывания величины приведенного выброса, а для расчета риска отбираются лишь те, суммарный выброс которых составляет 90% от общего приведенного выброса канцерогенов по городу (вычисленных по той же формуле). Опыт подсказывает, что в данном случае это внесет лишь незначительную ошибку в оценку риска, но позволит весьма существенно сократить затраты времени на моделирование и расчеты.

Соответствующая итоговая таблица будет иметь следующий вид:

Источники выбросов	Приведенный выброс канцерогенов (т/год)
Всего по городу	X
Предприятие 1	X
Предприятие 2	X
Предприятие k	X

Второй этап – «Оценка экспозиции» – включает получение информации о реальных дозовых нагрузках тех или иных групп населения. Под оценкой экспозиции, как правило, понимают процесс измерения количества агента в конкретном объекте среды обитания, находящегося в соприкосновении с так называемыми пограничными органами человека в течение какого – либо точно установленного времени.

Экспозиция химической природы может быть выражена как общее количество вещества в JGC (в единицах массы) или как величина воздействия (масса вещества, отнесенная к единице времени), или как величина воздействия, нормализованная с учетом массы тела.

Наиболее важным при оценке экспозиции является:

- уточнение вероятных источников загрязнения окружающей среды или их определение, если это не было выполнено на первом этапе;
- оценка маршрутов воздействия с учётом качественных и количественных изменений при переносах токсического агента;
- оценка вероятных путей контакта агента с организмом человека;
- анализ частоты и продолжительности воздействия;
- определение количественных характеристик экспозиции;
- идентификация групп населения, подвергающегося воздействию, с учётом возраста, пола, образа жизни, профессионального, социального статуса и др.

Необходимо учитывать, что воздействие факторов ОПС может быть прямым (например, вдыхание атмосферного воздуха) или косвенным (например, вдыхание паров вредных веществ, испарившихся из подземных вод, почвы и проникших в воздух из помещений).

Сценарий экспозиции – это совокупность фактов, научных предположений, допусков и заключений о том, каким образом происходит воздействие: характер химического вещества, маршрут воздействия, точки воздействия, пути поступления химического соединения в организм человека и др. Обычно при оценке риска используются стандартные сценарии: для условий селитебной зоны (коммунальный сценарий), промышленной зоны (производственный сценарий), сельской местности и др.

Для оценки экспозиции в условиях коммунального сценария контингентами населения являются группы: дети до 7 лет; с 7-14 лет; 14-18 лет; старше 18 лет; пенсионеры. Источниками воздействия могут являться ТЭЦ, котельные, домашние печи, стройматериалы, коммунально-бытовые предприятия, автотранспорт, промышленные предприятия, детские учреждения, предприятия питания и др. Факторами воздействия являются химические вещества, содержащиеся в атмосферном воздухе, питьевой воде, воде водоемов, продуктах питания, готовых блюдах, почве, ионизирующее и неионизирующее излучение. Максимальная дневная экспозиция принимается равной 24 ч.

Для оценки экспозиции в условиях производственного сценария контингентами населения являются лица трудоспособного возраста. Источниками воздействия являются промышленные предприятия. Факторами воздействия являются химические вещества, ионизирующее и неионизирующее излучение, параметры микроклимата. Максимальная дневная экспозиция принимается равной 8 ч.

Для оценки экспозиции в условиях рекреационного сценария контингентами населения являются группы: дети до 7 лет; с 7-14 лет; 14-18; старше 18 лет; пенсионеры. Источниками воздействия являются коммунально-бытовые предприятия, промышленные предприятия. Факторы воздействия – химические вещества, поступающие в организм человека с водой водоемов. Максимальная дневная экспозиция принимается равной 24 ч.

Среднесуточная доза поступающего в организм человека химического вещества за весь период жизни рассчитывается следующим образом:

$$LADD = (C \times CR \times ED \times EF) / (BW \times AT \times 365), \quad (10.3.2)$$

где $LADD$ – средняя суточная доза или поступление (мг/(кг-день);

C – концентрация вещества (мг/м³, мг/л);

CR – скорость поступления (м³/сут, л/сут.);

ED – продолжительность воздействия (лет);

EF – частота воздействия (365 дней);

BW – масса тела человека (кг);

AT – период усреднения экспозиции (70 лет);

365 – число дней в году.

Все формулы для отдельных путей поступления химических веществ имеют общую структуру и содержат пересчетные коэффициенты, необходимые для перевода единиц массы, объема или площади. Для каждого пути поступления химических веществ рекомендованы также стандартные значения степени контакта, продолжительности и частоты воздействия.

Третий этап – «Оценка зависимости доза-эффект» – включает количественную характеристику токсикологической информации и установление связи между воздействующей дозой загрязняющего вещества и случаями вредных эффектов в экспонируемой популяции.

Методология оценки риска предполагает два общих постулата:

- для канцерогенных веществ предполагается, что их вредные эффекты могут возникать при любой дозе, вызывающей инициирование повреждений генетического материала;

- для неканцерогенных веществ предполагается существование пороговых уровней, ниже которых вредные эффекты не возникают.

Наиболее часто используемыми в практике характеристиками зависимостей доза-эффект являются:

- величина наклона зависимости, отражающая возрастание вероятности развития вредной реакции при увеличении дозы (концентрации) на 1 мг/кг или 1 мг/м³;

- уровень воздействия, связанный с определенной вероятностью эффекта;

– максимальная недействующая доза и минимальная доза, вызывающая пороговый эффект.

Параметры 1-2-й групп, в основном, используются для оценки канцерогенных рисков, а также рисков для здоровья при воздействии некоторых наиболее распространённых химических загрязнений, достаточно подробно изученных в эпидемиологических исследованиях.

Для характеристики риска развития неканцерогенных эффектов наиболее часто используются показатели 3-й группы, являющиеся основой для установления уровней минимального риска – референтных доз (Rfd) и концентраций (Rfc) химических веществ. Превышение референтной дозы не обязательно связано с развитием вредного эффекта: чем выше воздействующая доза и чем больше она превосходит референтную, тем выше вероятность появления вредных ответов, однако оценить эту вероятность при данном методическом подходе невозможно. В связи с этим, итоговые характеристики оценки экспозиции на основе референтных доз и концентраций получили название коэффициенты и индексы опасности (HQ).

Четвертый этап – «Характеристика риска»- включает интеграцию данных об опасности анализируемых химических веществ, величине экспозиции, параметрах зависимости «доза-эффект» и др., полученных на всех предшествующих этапах исследований, с целью количественной и качественной оценки риска, выявления и оценки сравнительной значимости существующих проблем для здоровья населения. Характеристика риска является связующей цепью между собственно оценкой риска для здоровья и управлением риском.

Характеристика риска осуществляется в соответствии со следующими этапами:

1. Обобщение результатов оценки экспозиции и зависимостей «доза-эффект».
2. Расчет значений риска для отдельных маршрутов и путей поступления химических веществ.
3. Расчет рисков для условий агрегированной (поступление одного химического соединения в организм человека всеми возможными путями из разных объектов ОПС) и кумулятивной (одновременное воздействие нескольких химических веществ) экспозиции.
4. Выявление и анализ неопределённостей оценки риска.
5. Обобщение результатов оценки риска и представление полученных данных лицам, участвующим в управлении рисками.

Расчет канцерогенных рисков.

Индивидуальный канцерогенный риск (ICR) – оценка вероятности развития рака у экспонируемого индивидуума при воздействии потенциального канцерогена в течение всей жизни.

Популяционный канцерогенный риск (PCR) – агрегированная мера ожидаемой частоты эффектов среди всех подвергшихся воздействию людей. Обычно устанавливается для годовой экспозиции. Величина индивидуального пожизненного канцерогенного риска (ICR) рассчитывается путем умножения среднесуточной дозы за весь период жизни ($LADD$) на величину SF (фактор канцерогенного потенциала):

$$ICR = LADD \times SF \quad (10.3.3)$$

$PCR = ICR \times \text{численность исследуемой популяции.}$

При воздействии нескольких канцерогенов суммарный канцерогенный риск для данного пути поступления рассчитывается по формуле:

$$CR_T = \sum CR_i, \quad (10.3.4)$$

где CR – общий канцерогенный риск для пути поступления;

CR_i – канцерогенный риск для 1-го канцерогенного вещества.

При одновременном воздействии нескольких канцерогенных веществ, поступающих в организм человека различными путями, расчет общего риска (TCR) проводится по формуле:

$$TCR = SCR_T \quad (10.3.5)$$

Для принятия решений используют данные табл. 10.3.1.

Таблица 10.3.1

Оценка практических мероприятий в зависимости от уровней риска

Уровень риска	ICR	Мероприятия
Чрезвычайно опасный	$>10^{-1}$	Экстренные оздоровительные мероприятия
Высокий		Плановые оздоровительные мероприятия
Средний	$10^{-3}-10^{-4}$	Приемлем на профессиональном уровне, неприемлем для населения
Низкий	$10^{-4}-10^{-6}$	Устанавливаются большинство зарубежных нормативов
Допустимый	$<10^{-6}$	Не требуются мероприятия

Расчет неканцерогенных рисков

Характеристика риска развития неканцерогенных эффектов проводится на основе расчёта коэффициента опасности:

$$HQ = C_{(x)} / RfC \quad (10.3.6)$$

При HQ равном или меньшем 1,0 риск вредных эффектов рассматривается как чрезвычайно малый. С увеличением HQ вероятность развития вредных эффектов возрастает, однако точно указать величину этой вероятности невозможно.

Индекс опасности для комплексного (из разных сред) пути поступления:

$$THI = e \times HI_j, \quad (10.3.7)$$

где HI_j – индексы опасности для отдельных путей поступления или отдельных маршрутов воздействия.

Управление риском

Управление риском является логическим продолжением оценки риска и направлено на обоснование наилучших в данной ситуации решений по его устранению или минимизации, а также динамическому контролю экспозиций и рисков, оценке эффективности и корректировке оздоровительных мероприятий. Управление риском состоит из четырех элементов: сравнительная оценка и ранжирование рисков; определение уровней приемлемости риска; выбор стратегии снижения и контроля риска; принятие управленческих решений.

Стратегия контроля уровней риска предусматривает выбор мероприятий, которые в наибольшей степени способствуют минимизации или устранению риска. Такие типовые меры могут включать:

- использование предупредительных маркировок (надписей, наклеек, ярлыков);
- ограничение числа экспонируемых лиц;
- ограничение сферы использования источника риска или территорий с такими источниками (например, запрет использования загрязненных участков территории для рекреационных целей);
- ограничение или полный запрет прямого контакта человека с опасным химическим соединением;
- полный запрет производства, применения и ввоза определенного химического вещества или использования данного технологического процесса или оборудования.

В публикациях сделан обобщающий вывод о том, что мониторинг экспозиций и рисков, основанный на результатах оценки риска для здоровья, является эффективным способом проведения социально-гигиенического мониторинга (выбор точек контроля, контролируемых химических веществ, установления достаточной периодичности отбора проб и др.).

В завершение необходимо заключить, что ведущие гигиенисты и экологи Украины, основываясь на собственном и зарубежном опыте, единодушны во мнении относительно рациональности и необходимости внедрения в природоохранную практику методологии оценки риска здоровью населения в связи с воздействием факторов ОПС и в первую

очередь, химических факторов, что непосредственно относится к проблеме обрабатываемости с ОпО.

Для внедрения в практику методологии оценки риска здоровью населения необходимо принятие соответствующего Закона, а также Постановлений Совета Министров и Главного государственного санитарного врача Украины. На базе создания законодательной базы необходимо развитие дальнейших исследований по проблемам оценки молекулярно-генетическими методами индивидуальной чувствительности человека к действию различных факторов среды с целью формирования групп высокого риска в профессиональных группах и в популяциях человека в регионах Украины.

Особое внимание следует уделить развитию исследований, направленных на совершенствование методов прогноза, измерения и оценки уровней экспозиций факторов окружающей среды на различные группы населения. К ним относятся исследования по разработке методов оценки рисков здоровью населения от воздействия различных физических факторов ОПС, совершенствования методологической базы эколого-гигиенического нормирования и определения приоритетных показателей качества среды обитания человека, разработка принципов и методов установления региональных уровней минимального или целевого риска и соответствующих им концентраций химических веществ в различных средах, которые целесообразно использовать для установления региональных гигиенических нормативов содержания химических веществ в различных объектах ОПС.

Кроме того, важными направлениями научных исследований на Украине для внедрения в практику методологии оценки риска здоровью являются оценка агрегированных и кумулятивных рисков, обусловленных многосредовыми и микросредовыми воздействиями химических соединений, разработка региональных параметров экспозиции для разных возрастных групп (времени пребывания в различных средах, суточной активности, показателей потребления питьевой воды, продуктов), совершенствование методик и требований к сбору, обобщению и анализу информации о качестве ОПС, внедрение компьютерных программ по аспектам моделирования процессов, учет и контроль эколого-гигиенической ситуации, разработка унифицированных методик оценки эффективности внедрения методологии оценки рисков здоровью и др.

Важным организационным мероприятием является создание целевой системы подготовки и переподготовки кадров и учреждение Украинской и региональных «Ассоциации оценки рисков здоровью населения».

Литература к подразделу 10.5

1. Обґрунтування необхідності підготовки Указу Президента щодо пріоритизації екологічної політики для забезпечення екологічної безпеки та переходу до екологічно збалансованого розвитку[Електронний ресурс]//Зелений Майдан. – <http://zeleniymaidan.org.ua/files/obgruntuvannya.pdf>. 01.09.08.
2. Гігієна та екологія: підручник /Під ред. В.Г.Бардова. – К.:, 2006. 780 с.
3. Качинський А.Б., Сердюк А.М., Методологічні основи аналізу ризику в медико-екологічних дослідженнях та його значення для екологічної безпеки України//Лік. справа. 1995. – №3-4. С. 5-15.
4. Москаленко В.Ф. Фактори ризику для здоров'я населення і шляхи їх усунення // Експериментальна і клінічна медицина. – 2003. – №1, С. 179-184.
5. Сердюк А.М., Качинський А.Б., Черніченко І.О. Проблема ризику в медико-біологічній безпеці (огляд літератури)//Журнал АМН України. 2003, т.9. №4. С. 768-779.
6. Качинський А.Б. Концентрація ризику у світлі екологічної безпеки України. – К.: 1993. 49 стр. (Препринт / Національний інститут стратегічних досліджень; №14)
7. Качинський А.Б. Екологічна безпека України: системний аналіз перспектив покращення. – К.: НІСД, 2001. 312 с.
8. Качинський А.Б. Антропогенні навантаження та екологічна безпека в системі «Пестициди – навколишнє середовище – здоров'я населення на основі аналізу ризику». – К.: 1994. 30 с. (препринт/Національний Інститут стратегічних досліджень; №26.)
9. Гундаров И.А., Глазунов И.С., Лисицын В.Ю. Методологические проблемы учения о факторах риска с позиций профилактической медицины//Вестник АМН СССР 1988.
10. Киселев А.В., Фридман К.Б. Оценка риска здоровью. Подходы к использованию в медико-экологических исследованиях и практике управления качеством окружающей среды. Методическое издание. – С-П., 1997. 104 с.
11. Постановление главного государственного санитарного врача Российской Федерации №25 от 10.11.97 г. "Об использовании методологии оценки риска для управления охраной окружающей среды и здоровья населения в Российской Федерации".
12. Информационное письмо "О возможности использования методологии оценки риска здоровью в деятельности Госсанэпидслужбы РФ", №23 ФЦ/2611 от 23.07.98 г.

13. Большаков А.М., Крутько В.Н., Пуцилло Е.В. Оценка и управление рисками влияния окружающей среды на здоровье населения. – М.: 1999. 254 с.
14. Информационное письмо "Об использовании необходимого набора данных о состоянии окружающей среды и здоровья населения для подготовки предложений в процессе принятия решений по улучшению состояния окружающей среды" №1100/1858-0-111 от 03.07.00. г.
15. Елохин А.Н., Анализ и управление риском: теория и практика. – М.: СГ Лукойл, 2000. 186 с.
16. Окружающая среда и здоровье населения ч. 3. "Результаты эпидемиологических исследований по количественному определению воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения". – М.: 2001. 245 с.
17. Онищенко Г.Г., Новиков СМ., Рахманин Ю.А. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду/П/ред. Рахманина Ю.А., Онищенко Г.Г. – М.: НИИЭС и ГОС. 2002. 408 с.
18. Информационно-методическое письмо "О внедрении методологии оценки риска здоровью в России". – М.: 2002.
19. Рахманин Ю.А., Новиков С.М., Иванов С.И. Современные научные проблемы совершенствования методологии оценки риска здоровью населения// Гиг. и сан. – 2005. – №2. С. 7-10.
20. Об использовании методологии оценки риска для здоровья населения от негативного влияния факторов окружающей среды в проведении социально-гигиенического мониторинга: Инф. письмо/Турбинский В.В., Отрощенко В.А., Харитоненко Н.А. – Новосибирск. 2006.

РАЗДЕЛ 11

СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОПАСНЫМИ ОТХОДАМИ В ГОСУДАРСТВЕ, РЕГИОНАХ И ГОРОДАХ УКРАИНЫ. ПРОГРАММЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ПЕРЕДОВОЙ ОПЫТ

11.1. Программы, перспективы, передовой опыт

Структура промышленного производства Украины характеризуется высоким удельным весом ресурсо- энергоемких технологий. Энергетико-сырьевая специализация Украины обусловила огромные объемы ежегодного образования и накопления ПО, в т.ч. ОпО.

Долгосрочная стратегия развития общественного производства базируется на мировом и отечественном опыте использования вторичных материальных и энергетических ресурсов, ориентируется на расширении его возможностей и рост общей эколого-экономической эффективности народного хозяйства.

С целью расширения и стимулирования деятельности по утилизации отходов в соответствии с Указом Президента Украины от 22.07.99 г. №915/99 и Постановлением КМУ от 6.08.99 г. №16490/1 разрабатывается национальная концепция утилизации и переработки отходов.

Эта стратегия определяется как комплексная система ресурсосберегающих и природоохранных мероприятий, реализуемых на основе научно-технического прогресса, вторичное использование ресурсов. Она требует государственного регулирования, опирающегося на разрабатываемые целевые научно обоснованные программы.

Отходы производства и потребления могут играть значительную роль в обеспечении производства сырьем, заменяя природные сырьевые ресурсы. На Украине есть экономические условия для практически полного привлечения отходов к хозяйственному учету. Однако на протяжении последних лет наметилась стойкая тенденция уменьшения объемов использования отходов в хозяйственной деятельности государства.

Разрыв между ростом накопления отходов и мероприятиями по предотвращению их образования, сокращение степени утилизации, обезвреживания и удаления угрожают не только углублением экологического кризиса, но и обострением социально-экономической ситуации в целом.

К социально-экономическим предпосылкам решения проблемы относятся:

- осознание необходимости глубокой реформы существующей практики природопользования на всех этапах хозяйственной

- социальной, эколого-гигиенической деятельности общества;
- приоритетность экологических императивов в структурной перестройке народного хозяйства и развитии науки и технологий;
 - необходимость реформирования и развития с учетом отечественного и мирового опыта всей правовой и экономической системы, регулирующей природопользование вообще и обращение с отходами в частности.

На данном этапе в рамках общей стратегии особое значение приобретает определение приоритетных направлений и масштабов развития вторичного ресурсоиспользования на Украине с учетом комплекса эколого-экономических и социальных факторов. При этом должны решаться задачи:

- первоочередное обеспечение материально-сырьевых и энергетических потребностей Украины за счет отходов как вторичного сырья.
- уменьшение ресурсной зависимости страны за счет использования вторичных ресурсов и снижения затрат первичного сырья (в особенности импортного) в общем объеме ресурсоиспользования;
- урегулирование деятельности по сбору, заготовке, транспортировке и использованию отходов как вторичного сырья и постоянное обеспечение ими перерабатывающих предприятий;
- создание организационных, нормативно-правовых и информационных предпосылок, экономических механизмов и финансового обеспечения мероприятий, направленных на эффективное решение указанных проблем;
- снижение техногенного влияния ОпО на ОПС и здоровье человека, в особенности, в районах концентрации промышленного производства.

Учитывая широкую видовую гамму отходов, различную эколого-экономическую базу их утилизации, ограниченные финансово-экономические возможности государства и промышленных предприятий, важное значение приобретает разработка приоритетов второго и третьего порядка. На основе соответствующих приоритетов должна строиться оптимизация направлений и структур переработки отходов или их удаления, научно-техническая политика, отраслевые и государственные программы обращения с отходами, экономико-организационные мероприятия, система пилотных проектов.

Основные национальные приоритеты должны вытекать из специфики народнохозяйственного комплекса Украины. Специфика эта состоит в наличии ряда уникальных компонентов ресурсного потенциала отходов, которые составляют инвестиционно привлекательные объекты.

Ограниченность возможностей государственного финансирования определяет ориентацию лишь на наиболее рентабельные проекты при

быстрой окупаемости затрат. Составляющей мероприятий должно стать развитие внутреннего рынка вторичного сырья, содействие малому предпринимательству в этой сфере. Национальная концепция по утилизации и переработке отходов предусматривает 10-летнюю стратегию развития утилизации и переработки отходов с реализацией в два этапа.

На первом этапе необходимо создать благоприятные условия производителям, потребителям и инвесторам для стимулирования их эффективного участия в решении поставленной проблемы в новых условиях хозяйствования, подготовить нормативно-правовую и техническую базу, реализовать ряд крупных общегосударственных проектов, выступающих примерами современного подхода к решению проблемы переработки, утилизации и обезвреживания ОпО.

На втором этапе необходимо обеспечить рост объемов использования ПО как вторичного сырья, сокращение объемов их образования и отрицательного влияния на ОПС, разработку и широкое внедрение малоотходных технологий, переход к замкнутым циклам использования материальных и энергетических ресурсов, дальнейшее развитие и совершенствование системы управления опасными отходами.

В рамках концепции необходимо предусмотреть усиление нормативно-правового регулирования и экономического поощрения деятельности предприятий и организаций любых форм собственности по утилизации отходов, концентрации на этих направлениях финансовых и материальных ресурсов.

Экономическое обеспечение предусматривает разработку и внедрение механизмов льготного налогообложения и кредитования субъектов предпринимательской деятельности в области обращения с отходами, включая:

- положение о порядке определения ресурсно-ценных отходов и их перечень,
- положение об организационно-экономическом механизме управления отходами на региональном и отраслевом уровнях,
- положение о порядке государственной поддержки и стимулирования мероприятий по использованию отходов,
- порядок установления и предоставления субъектам хозяйственной деятельности дополнительных льгот в случае осуществления ими мероприятий по предупреждению и уменьшению объемов образования отходов, их использованию, изготовлению соответствующего оборудования и участия в создании специализированных объектов обращения с ними.

Определена необходимость ведения государственного учета и паспортизации отходов, ведения реестра объектов их образования, обработки и утилизации, ведения реестра мест удаления отходов, мониторинга мест их образования, хранения и удаления.

11.2. Концептуальные подходы к разработке программы управления отходами в бассейне р. Северский Донец

Промышленный сектор экономики Украины характеризуются высокими удельными и абсолютными объемами образования По и ТО и их накопления в ОПС. Это обусловлено масштабами потребления первичного сырья, существующей структурой промышленного производства, устаревшими технологиями и основными фондами, отсутствием адекватной реакции властных структур на создаваемую отходами опасность для ОПС и здоровья человека.

В 1981-1990 гг. объем ежегодного образования промышленных отходов на Украине достигал 1,8-1,9 млрд. т. В последующие годы из-за кризисных явлений в экономике этот показатель уменьшился и к 1998 г. составлял 700-720 млн.т. Несмотря на тенденцию к уменьшению объемов образования отходов, процесс их накопления прогрессировал из-за сокращения объемов утилизации ежегодно в среднем на 20% по сравнению с предшествующим годом.

В основном ПО размещены в отвалах, шламохранилищах, различных свалках, площадь которых достигает 180 тыс. га и ежегодно увеличивается на 3-6 тыс. га. Наибольшую опасность для ОПС и здоровья человека представляют ТО, до 70% которых образуется и накапливается в Харьковской, Донецкой, Луганской, областях, т.е. регионе, входящем в бассейн р. Северский Донец.

Объем обезвреживания отходов в последние годы снизился до 1%, при этом доля обезвреживаемых отходов I-III классов опасности не превышает 10%. Преобладающая часть токсичных отходов размещается в поверхностных хранилищах, объем их накопления в санкционированных местах и объектах более чем в 40 раз превышает годовой объем образования. Удельный объем накопленных ТО на 1 жителя Украины составляет более 135 т. В результате около 30 тыс. га земель загрязнено токсичными отходами.

Многие накопители ТО стали источниками загрязнения регионального масштаба. С нарушением санитарных норм и правил часть ТО (около 1 млн. т) вывозится на непригодные свалки, на свалки бытовых отходов, хранится на территории предприятий, часто сливается на землю, в водные объекты, канализационные системы. Оборудованные объекты размещения ТО созданы лишь на некоторых предприятиях, что практически не влияет на общую ситуацию.

К началу 90-х гг. был осуществлен комплекс организационно-технических мероприятий для создания банка данных в области образования ТО и обращения с ними. Была проведена их инвентаризация, разработана нормативная база, внедрена статистическая отчетность, разработаны технологические задания для проектирования полигонов.

Однако дальше этих подготовительных шагов решение проблемы ТО не продвинулось.

К концу 90-х гг. объем использования отходов значительно сократился и составлял в среднем 27% по сравнению с 1990 г., а по наиболее важным их видам – от 12 до 40%.

Сокращение осуществлялось более высокими темпами, чем падение промышленного производства в целом и уменьшение объема образования ПО. Это объяснялось тем, что в условиях перехода к рыночным отношениям на Украине не были созданы соответствующие альтернативные организационные и эколого-экономические предпосылки для вовлечения отходов в ресурсопотребление.

Основными причинами сложившейся ситуации в области образований промышленных отходов и обращения с ними являются:

- высокий удельный вес ресурсоемких отраслей тяжелой промышленности с многотоннажными материальными потоками сырья и отходов;
- несовершенство системы управления отходами на первичном, региональном и государственном уровнях;
- недостаточное внимание созданию и развитию нормативно-правовой базы;
- неэффективность экономических механизмов и неудовлетворительное финансовое обеспечение необходимых мероприятий;
- недостаточное информационно-аналитическое обеспечение процессов образования и накопления отходов и их воздействия на окружающую среду;
- неразвитость инфраструктуры системы централизованного сбора и хранения опасных отходов и специализированных предприятий по их комплексной переработке;
- отсутствие научно-производственной базы, практического опыта и квалифицированных кадров;
- недостаточное осознание обществом важности и безотлагательности поиска решений проблемы отходов, адекватных ее масштабу.

Северский Донец – одна из трансграничных рек Европы, в бассейне которой сложилась критическая экологическая ситуация. Бассейн р. Северский Донец расположен на территории двух государств – Российской Федерации и Украины. До настоящего времени не созданы соответствующие соглашения о единой политике природопользования в реках бассейна Азовского моря.

Правовые и нормативные основы природопользования России и Украины с каждым годом все более разнятся, что затрудняет сотрудничество на межгосударственном уровне. В населенных пунктах

бассейна р. Северский Донец проживает около 11 млн. человек, в том числе 85% – в городах и поселках городского типа; плотность населения составляет около 200 чел/км². Здесь расположены более 500 крупных промышленных предприятий и около 100 из них являются водоемкими и опасными в экологическом отношении.

В бассейне Северского Донца создан уникальный водохозяйственный комплекс, построенный для устойчивого питьевого водоснабжения Харьковской, Донецкой и Луганской областей Украины и ряда объектов Белгородской и Ростовской областей Российской Федерации.

Экологически безопасное развитие крупного фрагмента российско-украинского приграничья, состоящего из пяти густонаселенных и экономически развитых областей является функцией состояния дважды трансграничного бассейна Северского Донца.

Обеспеченность украинской части региона водными ресурсами в три раза ниже средней по Украине, а с учетом транзитного стока – ниже почти в 8 раз. Функционирование большого количества водоемких, экологически небезопасных предприятий тяжелой промышленности, значительная урбанизованность территории и высокая плотность населения наряду с очень ограниченными водными ресурсами и застарелой природоохранной инфраструктурой создают особенную остроту экологических проблем в этом регионе.

Принципиально важно наметить новый эколого-экономический подход, сбалансированный по интересам природы и человека, который позволит организовать устойчивое развитие региона. Для этого потребуются привлечь государственные, региональные и муниципальные бюджетные средства, средства международных экологических фондов и программ и др.

Основные направления такого подхода:

- разработка и принятие согласованных принципов взаимодействия территориальных структур и экологических параметров бассейна р. Северский Донец;
- внедрение в практику регионального природопользования через Совет руководителей приграничных областей интегрированной системы обращения с отходами и системы обеспечения информационной поддержки эколого-экономически ориентированного управления территориями.

Выполнение перечисленных мероприятий послужит основой для дальнейшего устойчивого развития российско-украинского приграничья путем реализации жизнеспособных совместных экологических проектов с целью поэтапного создания специализированных экорайонов в пределах смежных административных областей.

Такой подход позволит в перспективе осуществлять оперативный

контроль регионального экспорта-импорта загрязнителей, оздоровления ключевых участков на всем протяжении р. Северский Донец и улучшит показатели состояния окружающей среды в целом. Это обеспечит надлежащие условия для высокоэффективной производственно-хозяйственной деятельности региона, предоставит возможность организовать выпуск конкурентоспособной промышленной и сельскохозяйственной продукции в соответствии с европейскими экологическими стандартами качества.

Украина осуществляет руководство деятельностью в сфере обращения с отходами через организационные структуры. Система органов управления включает общегосударственный, региональный уровни и уровень предприятий. К причинам, обуславливающим региональный подход к проблеме обращения с отходами, относятся: географические, законодательные, организационные, экономические, технологические, межгосударственные.

Гармонизированная межрегиональная политика обеспечивает реализацию государственной политики в сфере обращения с ПО и формируется, исходя из специфики регионов с учетом объемов образования ПО и ТО, их номенклатуры и нагрузки на ОПС, сложившихся территориально-производственных отношений и др. [1-8].

Схематически региональная система управления отходами в условиях Украины представлена на *рис. 11.1*.

В общем виде взаимодействие всех составляющих структуры управления отходами в регионе приведено на *рис. 11.2*.

Функции украинских организационных структур управления на региональном и областном уровне вытекают из законодательства Украины («Об отходах», «Об охране окружающей природной среды», «О местном самоуправлении в Украине», «О местных государственных администрациях») и др. законодательных и подзаконных актов.

Проведение региональной политики и формирование системы управления отходами должно ориентироваться не на ликвидацию последствий, а на устранение причин нарушения технологической и экологической стабильности.

На решение этих задач и должна быть направлена стратегия управления отходами в частности в бассейне р. Северский Донец. Формирование межрегиональных приоритетов в решении проблемы отходов должно исходить из:

- первоочередного использования отходов, которые обеспечивают быструю окупаемость капиталовложений;
- максимального сокращения отрицательного воздействия отходов на ОПС;
- наличия технических возможностей переработки отходов в короткие сроки;

- значимости отходов в обеспечении региона вторичным сырьем, топливом, материалами;
- необходимости повышения уровня занятости населения.

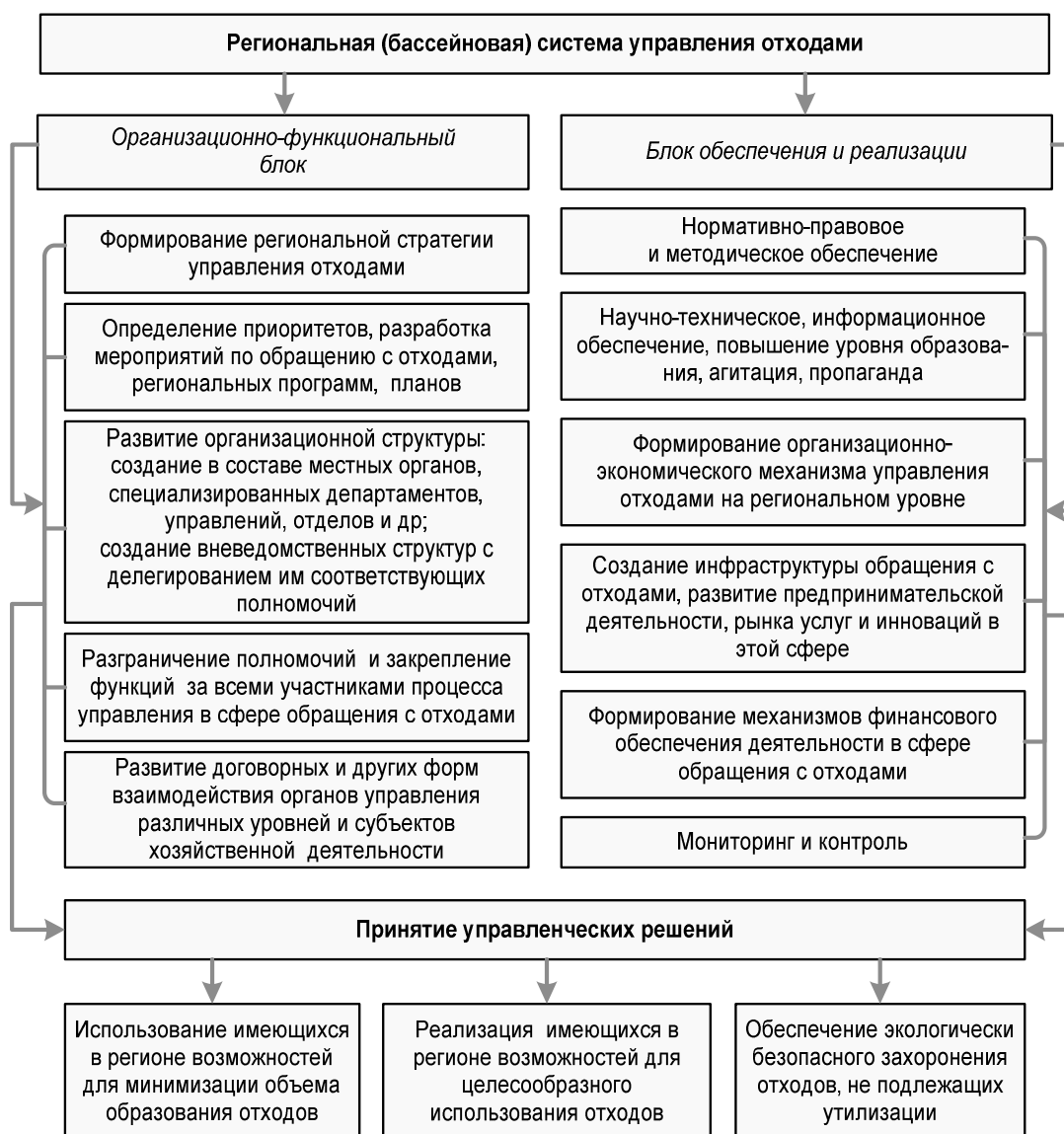


Рис. 11.1. Основные элементы региональной (бассейновой) системы управления отходами

Функции региональных органов управления отходами реализуются в ходе разработки и выполнения комплексных планов экономического и социального развития региона, координации деятельности расположенных в нем предприятий и организаций, предоставления им практической помощи, контроля их деятельности [1-8].

Основные принципы государственной технической политики в области обращения с отходами включают:

1. Обязательную изоляцию отходов от среды обитания человека.
2. Хранение или захоронение отходов как обязательный конечный этап любого вида деятельности, приводящей к их образованию.



Рис. 11.2. Организационная структура управления отходами

3. Запрещение ввода в действие организаций и специализированных предприятий, работающих с отходами, без положительного заключения государственной экологической экспертизы.
4. Запрещение сброса на земную поверхность, в водные системы, подземные водоносные горизонты отходов, содержащих вредные вещества сверх установленных нормативов.
5. Захоронение ПО и ТО в глубокие геологические формации или приповерхностные слои земной коры только после перевода их в твердую взрыво- и пожаробезопасную форму.
6. Запрещение захоронения отходов в жидком виде.

Основными принципами государственного управления в сфере обращения с отходами производства и потребления являются:

- приоритет охраны здоровья населения;
- научно обоснованное сочетание экономических и экологических интересов общества;
- создание малоотходных и безотходных технологических процессов;
- комплексная переработка материально-сырьевых ресурсов на основе замкнутых технологических циклов;
- соблюдение требований природоохранительного законодательства и ответственность за его нарушение.

Для успешного решения задач управления отходами в условиях трансграничного бассейна целесообразно на основе гармонизированных законодательств Украины и Российской Федерации четко определить и конкретизировать функции организационных структур.

Организация:

- реализация на территории каждого региона участника действия гармонизированного законодательства Украины и Российской Федерации об отходах, осуществление правового регулирования обращения с ПО и ТО и контроль его выполнения;
- разработка и выполнения региональных программ обращения с ПО и ТО, участие в разработке межгосударственных программ и реализации мероприятий по внедрению малоотходных и энергосберегающих технологий;
- нормирование объемов образования ПО и ОпО, определение лимитов их образования и размещения вместе со специально уполномоченными органами по охране ОПС, организация сборов за размещение ПО и ОпО;
- создание специализированных предприятий для сбора, обработки, утилизации и ликвидации ОпО, изготовление, монтаж и сервисное обслуживание оборудования;
- производственная и коммерческая деятельность по использованию ПО, создание вневедомственных организационных структур с делегированием им необходимых полномочий;
- объединение на договорных началах финансовых и материальных средств производителей ПО для создания производственной инфраструктуры, и содержания объектов обращения с ними,
- подготовка проектов строительства объектов обращения с ПО, предоставление земельных участков под них, контроль соблюдения утвержденных проектов строительства, назначение государственных приемочных комиссий и утверждение актов приемки в эксплуатацию завершенных объектов;
- рассмотрение предложений о размещении предприятий по переработке ПО и ТО, имеющих областное или межрегиональное значение, принятие по ним мотивированных решений;
- ликвидация несанкционированных и неконтролируемых свалок ОпО;
- выдача разрешений на право ведения деятельности по сбору, заготовке и обработке ПО и ТБО как вторичного сырья,
- организация межрегиональных и областных ярмарок вторичных ресурсов, бирж.

Координация и планирование

Для выполнения этих функций при региональных органах управления целесообразно создание специализированных структур (департаментов, отделов, управлений). Их деятельность должна быть направлена на усовершенствование существующей системы обращения с отходами и решение проблем в перспективе.

При отсутствии необходимости или возможности создания специализированных подразделений при местных органах управления перечисленные и другие функции могут быть делегированы региональным вневедомственным структурам. С целью координации деятельности местных органов власти, управлений и отделов Госадминистратций, научных учреждений, общественных организаций и предприятий на базе местных органов управления целесообразно создавать структуры типа Координационного совета (рабочей группы, постоянной комиссии).

В его задачи должны входить:

- определение основных стратегических направлений и приоритетов на уровне всего бассейна и областей-участников;
- научно-методическое обеспечение;
- взаимодействие с КМУ, МинПрироды, Минэкономики, Минпромполитики, другими министерствами Украины и соответствующими органами РФ (Правительством РФ, Министерством природных ресурсов и др.);
- анализ причин экологических ошибок, экспертиза проектных решений;
- планирование мероприятий обращения с ПО и ТО, организация их финансирования и материально-технического обеспечения;
- развитие предпринимательской деятельности в сфере обращения с ПО и ТО;
- размещение на своей территории межрегиональных объектов обращения с ПО и ТО.

Исходя из концептуальных положений мировой практики стратегия управления отходами, обеспечивающая долговременные интересы общества, базируется на приоритетах:

- предотвращение или минимизация объемов образования ПО и ТО;
- отдельный сбор, утилизация, регенерация ПО и ТО и др.;
- экологически безопасное захоронение ПО и ТО, которые не могут быть утилизированы или обезврежены другими способами.

Все этапы обращения с отходами должны объединяться в единую эколого-экономическую целесообразную, организационно устойчивую систему, влияющую на все этапы «жизненного» цикла ПО.

Стимулирование и финансирование:

- определение экономических основ обращения с ПО и ТО, принятие решений и мер по стимулированию деятельности в данной сфере;
- формирование межрегионального фонда охраны ОПС, его целевое использование, контроль размещения средств, разработка финансовых механизмов реализации намеченных мероприятий;
- по согласованию с предприятиями замена платежей за размещение ПО и ТО выполнением мероприятий по их безопасному захоронению или утилизации.

Учет, информация, мониторинг и контроль

На основе методологических предпосылок комплексная система межрегионального учета должна включать формирование, сбор и обобщение данных об отходах и представление административным и др. органам обоих государств соответствующей информации по учету и паспортизации процессов и мест образования, обработки, обезвреживания, утилизации и удаления отходов; составление и ведение реестров ПО и ТО, мест их складирования.

Для обеспечения постоянного пополнения и внесения изменений в формы государственной отчетности об отходах, решения дополнительных задач в сфере их учета или объектов обращения с ними должны осуществляться регулярные инвентаризации отходов. Инвентаризации подлежат все места захоронения и хранения отходов производства и потребления, образующихся на предприятиях и в организациях, включая ТБО.

Особое внимание должно быть обращено на потенциально опасные в экологическом отношении места захоронения и хранения отходов в затопляемых поймах, на размываемых берегах, в оползневых, селевых, лавиноопасных и паводковых зонах; близкие к границам водоохраных зон, находящиеся в переполненном или аварийном состоянии, с прорывоопасными дамбами и т.п. Следует учитывать также возможность вторичного загрязнения вод через атмосферу, например, от пылящих отвалов, горящих терриконов.

Мониторинг в области обращения с отходами является составным элементом государственного мониторинга ОПС. Он включает систему наблюдений, сбора, обработки, передачи, сохранения и анализа информации относительно ПО и ТО, их влияния на состояние ОПС и разработку научно обоснованных рекомендаций для принятия управленческих решений.

В данной области деятельности важное место занимают информация и контроль использования отходов с учетом их ресурсной ценности и

требований безопасности для здоровья людей и охраны ОПС, обеспечение заинтересованных организаций и граждан соответствующей информацией; создание и ведение кадастров отходов, банков данных по технологиям переработки отходов.

Деятельность региональных органов управления осуществляется в условиях двух противоречивых процессов – расширяющихся прав местных органов управления с усилением их управленческого воздействия на предприятия и возрастающей экономической самостоятельности предприятий. Здесь решающее значение приобретают экономические инструменты взаимодействия предприятий и региональных органов управления.

Взаимодействие органов управления ПО и ТО и субъектов хозяйственного права должно быть направлено на объединение усилий всех регионов-участников, городов, районов на решение проблемы отходов в приоритетных для всего бассейна направлениях.

Организационной основой взаимодействия региона, областных, городских и районных органов управления ПО и ТО, субъектов хозяйственного права при рыночной модели хозяйственных отношений, становится заключение двусторонних и многосторонних договоров.

Договор на комплексное природопользование предусматривает требования при размещении ПО и ТО, условия и порядок использования, охраны и воспроизводства природных ресурсов, права и обязанности природопользователя, размеры платежей за использование природных ресурсов, ответственность сторон, возмещения сторонами возмещения сторонами причиненного вреда, порядок разрешения споров.

В предмет договора могут входить:

- разделение компетенции органов управления по вертикали и по горизонтали, размежевание на этой основе ответственности за реализацию функций;
- создание и развитие инфраструктуры обращения с отходами;
- создание благоприятных инвестиционных, кредитных, налоговых и других условий для развития сферы обращения с отходами;
- создание и признание прав вневедомственных структур по управлению отходами, формирование межрегиональных и региональных связей, рынков вторичных ресурсов, услуг и др.
- развитие предпринимательской деятельности.

Создание гармонизированного украинско-российского комплекса стандартов "Обращение с отходами" на наш взгляд позволит резко повысить эффективность природоохранной деятельности, в т.ч. в бассейне Северского Донца, который может стать своеобразным полигоном для отработки отдельных этапов работ в данном направлении с учетом введенных Украиной стандартов класса ISO 14000 [1-8].

Оно должно проводиться путем последовательного введения стандартов как составной части системы регулирования хозяйственной деятельности.

Стандартизации при этом подлежат:

- термины и определения;
- требования к классификации отходов и их паспортизации;
- способы определения состава отходов и их опасных свойств;
- методы контроля состояния объектов обращения с отходами;
- требования к безопасному обращению с отходами;
- требования к отходам как вторичному сырью.

Разработка и выполнение региональных программ обращения с отходами – это один из важных компонентов организации управления. Субъектами программы являются: инициатор разработки программы, заказчик, орган управления, руководитель и исполнители (рис. 11.3)

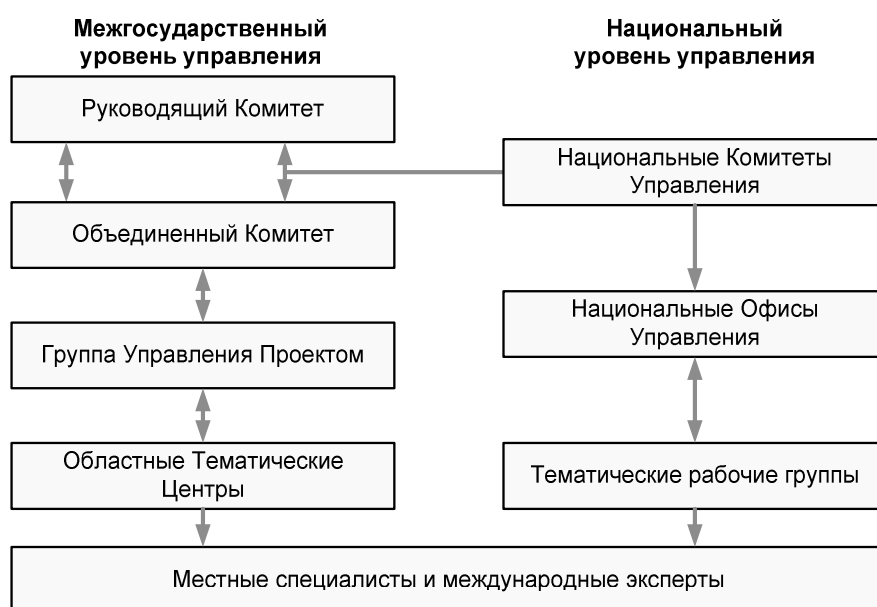


Рис. 11.3. Руководящие органы региональной (бассейновой) программы управления отходами

На основании Закона Украины «Об охране окружающей природной среды», Закона Украины «Об отходах», Закона Украины «Об общегосударственной программе обращения с токсичными отходами», Закона Украины «О лицензировании определенных видов хозяйственной деятельности», Закона Украины «О пестицидах и агрохимикатах», Закона Украины «Об объектах повышенной опасности», Постановления КМУ №956 от 11.07.02 г. «Об идентификации и декларировании безопасности объектов повышенной опасности» и ряда других законов и нормативных документов **считаем наиболее важными направлениями деятельности экологических организаций всех уровней:**

1. С целью разработки системного подхода к технологической и эколого-экономической оценке освоения техногенных

месторождений элементов стратегического импорта Украины необходимо провести ряд научно-исследовательских работ, включающих:

- создание новых технологий утилизации ценных компонентов из конкретных техногенных месторождений, включая определение свойств каждого из них, (по объемам, видам, химическому составу, агрегатному состоянию и т.п.) и испытания разработанных технологий;
 - эколого-экономическую и финансовую оценку деятельности предприятий по переработке вторичного сырья с оценкой потенциального, предотвращенного и остаточного ущерба объектам ОПС.
2. С целью разработки системного подхода к технологической и эколого-экономической оценке всей сферы обращения с опасными отходами необходимо провести ряд научно-исследовательских работ, включающих разработку комплексного программно-аналитического обеспечения для создания областных и региональных баз данных по обращению с опасными отходами.
3. Для обеспечения гармоничных взаимоотношений приграничных регионов Украины и Российской Федерации необходима полномасштабная разработка Концепции и межгосударственных Программ обращения с промышленными, опасными и твердыми бытовыми отходами в бассейне дважды трансграничной реки Северский Донец.

В связи с этим первоочередными задачами, являются:

- комплексная инвентаризация и полная оценка объемов и истинной стоимости промышленных отходов, в т.ч. опасных отходов, в конкретных регионах, создание их проблемно-ориентированных классификаторов;
- разработка интегрированных эколого-экономических принципов развития приграничных областей в бассейне дважды трансграничной реки Северский Донец.
- разработка комплексных программ для решения проблемы промышленных и твердых бытовых отходов, стимулирующих предприятия и коммунальные организации к созданию малоотходных производств, полной переработке или реализации на рынке отходов для межотраслевого использования;
- разработка рациональных ресурсо- энергосберегающих технологий утилизации крупнотоннажных металлсодержащих отходов, отходов коксохимического производства, породных отвалов и др.

На основе методологических предпосылок следует разработать комплексную систему межрегионального учета объемов сбор и обобщения данных об отходах, соответствующей информации по учету и

паспортизации процессов и мест образования, обработки, обезвреживания, утилизации и удаления отходов; составления согласованных форм и реестров отходов, мест их складирования.

Для обеспечения постоянного пополнения и внесения изменений в формы государственной отчетности об отходах, решения задач в сфере их учета или объектов обращения с ними необходимо осуществлять регулярные инвентаризации отходов. Инвентаризации подлежат все места захоронения и хранения отходов.

Необходимы разработка и принятие согласованных принципов взаимодействия территориальных структур Украины и Российской Федерации на базе интегрированных экологических параметров отходов, размещенных в бассейне р. Северский Донец [1-8], а также внедрение в практику регионального природопользования приграничных областей Украины и Российской Федерации интегрированной системы обращения с отходами и системы обеспечения информационной поддержки эколого-экономически ориентированного управления территориями.

Украина является *Стороной* Базельской Конвенции о контроле за трансграничным перевозом опасных отходов и их удалением (Закон «О присоединении Украины к Базельской Конвенции о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением»).

Украина подписала *Стокгольмскую Конвенцию о СОЗ* 23.05.01 г., 02.11.95 г. издано Постановление Кабинета Министров Украины №881 «Об утверждении Порядка государственной оценки наличия пестицидов и агрохимикатов».

Издано Постановление КМУ «Об утверждении Порядка накопления, утилизации, уничтожения непригодных и запрещенных к использованию пестицидов и тары из-под них» №354 от 27.03.96 г.

На основании изложенного считаем целесообразным выполнение научно-исследовательских работ, направленных на решение проблем СОЗ, в т.ч. [9]:

- осуществить мероприятия и научно-исследовательские работы по развитию информационно-аналитической базы для совершенствования системы выбора или разработки перспективных технологий обезвреживания СОЗ,
- разработку мероприятий по реабилитации земель, загрязненных СОЗ.

Авторы считают весьма важным возврат к практике деятельности ряда Министерств СССР, ежегодно издававших перечни «узких мест» и проблем в деятельности предприятий отрасли и финансировавших НИР по их решению. При этом необходимо принять во внимание необходимость индивидуального подхода к выбору исполнителей НИР с учетом накопленного исполнителем опыта решения подобных проблем и возможности участия в формально проводимых тендерах.

Авторы предлагают:

- избрать г. Харьков полигоном для опытно-промышленного опробования разработанных технологий обращения с жидкими и твердыми отходами гальванических производств, обследования системы повторного ресурсоиспользования на крупных предприятиях г. Харькова и оценки перспектив использования ПО вместо первичного сырья на примере утилизации ценных компонентов из шлаковых отвалов и гальваношламов ХТЗ, ПО «Завод им. Малышева», Купянского литейного завода, ФЭДа, ХГАПП и др.
- Перспективным направлением утилизации ряда металлургических и химических отходов является использование их как техногенного сырья по технологиям УкрНИИЭП в производстве строительных материалов – одной из наиболее ресурсоемких отраслей промышленности.
- За счет отходов промышленность строительных материалов Украины может покрыть значительную, а возможно и большую часть потребности в сырьевых ресурсах, которые во многих случаях уже технологически подготовлены.

Решение проблемы опасных промышленных отходов на Украине неразрывно связанное с учетом отходов. Это даст возможность расширить сферу их частичное использование вместо первичного минерального сырья, обеспечить возможность их экологически безопасного удаления.

Программный комплекс позволит готовить научно обоснованной программы обращения с отходами, разрабатывать объективные решения, создать организационные предпосылки для государственного экологического регулирования в целом.

Исходя из вышеизложенного рекомендуется создать в г. Харькове предприятие по централизованной переработке гальванических и травильных отходов (стоков и шламов). На таком предприятии возможно внедрение технологий выделения из отходов цветных металлов и других ценных компонентов. Авторами разработаны такие технологии. Часть из них опробована на предприятиях г. Харькова.

ЛИТЕРАТУРА К РАЗДЕЛУ 11

1. Касимов А.М., Кузин А.К., Кирюхин А.М. Концепция обращения с отходами в бассейне Северского Донца//Украинск. научно-практич. Журн. «Регион: проблемы и перспективы». Спец. выпуск. Обращение с отходами в бассейне Северского Донца. 2002, С. 2-13.

2. Касимов А.М., Смелов Л.И., Александров А.Н. Система управления промышленными отходами предприятия в соответствии с требованиями международных природоохранных стандартов ISO 14000- ISO 14004.//Сб. матер. конфер. «Новые технологии и оборудование по переработке промышленных отходов и их медико-экологическое обеспечение», К.: «Знание», 2001, С. 65-69.
3. Касимов А.М., Науменко И.В, Александров А.Н. Совершенствование управления промышленными отходами на уровне предприятия в соответствии с требованиями международных стандартов ISO 14001 и ISO 14004//Тез. докладов. 2-го Международного Конгресса по управлению отходами. ВэйстТэк-2001. – Москва, С. 33-35.
4. Касимов А.М., Науменко И.В. Первичный производственный учет образования промышленных отходов и обращения с ними//Междунар. Конгр. и технич. выставка «ЭТВК-2001»:Экология. Технология. Экономика. Водопровод. Канализация. – Ялта. 2001, С. 265-266.
5. Касимов А.М., Науменко И.В. Система управления промышленными отходами предприятия в общей системе экологического управления//Междунар. Конгр. и технич. выставка «ЭТВК-2001»:Экология. Технология. Экономика. Водопровод. Канализация. – Ялта. 2001, С. 260-262.
6. Касимов А.М., Александров А.Н., Плющев В.В. Внедрение системы экологического управления и организация управления промышленными отходами на предприятии//«Вестник науки и техники». Научно-технич. журнал. Вып. 1. – Х.: 2002, С. 78-82.
7. Касимов А.М., Романовский А.А. Система управления промышленными отходами предприятия в общей схеме экологического менеджмента//Восточно-Европейский журнал передовых технологий, №4(10), 2004, С. 142-145.
8. Касимов А.М., Александров А.Н., Науменко И.В. Совершенствование системы управления промышленными и бытовыми отходами// Зб.наук.ст. «Екологічна безпека: проблеми, шляхи вирішення. Міжнар. Наук.-практич. Конфер. Том 11. –Х.: УкрНДІЕП, 2005, С. 3-7.
9. Касимов А.М., Семенов В.Т., Александров А.Н., Коваленко А.М. Твердые бытовые отходы. Проблемы и решения. Технологии и оборудование. – Х.: ХНАГХ. 338 с.

Учебное издание

Современные проблемы и решения в системе управления опасными отходами

Учебное пособие

Авторы: Александр Меджитович Касимов,
Владлен Трофимович Семенов,
Николай Гаврилович Щербань,
Валерий Васильевич Мясоедов

Работа печатается в авторской редакции

План 2008, дополнительно

Подп. к печати 27.01.2009 г.	Формат 60х84 1/16	Бумага офисная
Печать на ризографе	Усл.-печ. л. 30	Учет.- изд. лист 30,4
Тираж 350 экз.		Зак. № 4452

61002, Харьков, ХНАГХ, ул. Революции, 12

Сектор оперативной полиграфии ЦНИТ ХНАГХ
61002, Харьков, ул. Революции, 12